



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
Fakulta textilní



# NOVÁ METODA MĚŘENÍ SPLÝVAVOSTI TEXTILIÍ

## Bakalářská práce

*Studijní program:* B3107 – Textil

*Studijní obor:* 3107R007 – Textilní marketing

*Autor práce:* **Romana Horáčková**

*Vedoucí práce:* Ing. Ludmila Fridrichová, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC  
Faculty of Textile Engineering



# NEW METHOD OF MEASUREMENT OF TEXTILE DRAPE

## Bachelor thesis

*Study programme:* B3107 – Textil

*Study branch:* 3107R007 – Textile marketing - textile marketing

*Author:* **Romana Horáčková**

*Supervisor:* Ing. Ludmila Fridrichová, Ph.D.



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2013/2014

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Romana Horáčková**  
Osobní číslo: **T10000297**  
Studijní program: **B3107 Textil**  
Studijní obor: **Textilní marketing**  
Název tématu: **Nová metoda měření splývavosti textilií**  
Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. V rešeršní části zmapujte a zhodnoťte dosavadní vědomosti o metodách měření splývavosti textilií. Zaměřte se na dynamické metody.
2. Provedte experimentální měření splývavého tvaru textilie. Porovnejte výsledky měření splývavých ploch získaných novou dynamickou metodou s hodnotami získávanými z doposud standardně užívaného měření.
3. Provedte statistické zpracování získaných hodnot z měření. Potvrďte či vyvráťte hypotézu, že lze z malého počtu kruhových vzorků použitím nové dynamické metody měření splývavosti získat uspokojivé výsledky o parametru splývavosti textilie.



Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Shyr, Tien-Wei, Pin-Ning Wang, and Jer-Yan Lin. Subjective and objective evaluation methods to determine the peak-trough threshold of the drape fabric node. *Textile Research Journal* 79.13 (2009): 1223-1234.

Sidabraitė, V., Mastėkaitė, V.: Effect of Woven Fabric Anisotropy on Drape Behaviour. *Materials Science*. Vol. 9, No. 1. 2003.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ludmila Fridrichová, Ph.D.

Katedra hodnocení textilií

Datum zadání bakalářské práce: 31. října 2013

Termín odevzdání bakalářské práce: 19. května 2014

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.  
děkanka



doc. Ing. Vladimír Bajžik, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 3. března 2014

Technická univerzita v Liberci

Fakulta textilní

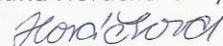
Katedra hodnocení textilií

V Liberci dne 16.5.2014


Žádám o změnu termínu odevzdání bakalářské práce z 19.5.2014 na  
8.1.2015.

Důvod odkladu odevzdání: Nedostatečné vypracování práce. Zdravotní důvody  
a následné přerušení studia

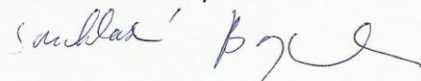
Děkuji za vyřízení.

Romana Horáčková  


Vyjádření vedoucího práce

Doporučuji 

Vyjádření vedoucího katedry



## Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

## PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat mé vedoucí bakalářské práce Ing. Ludmile Fridrichové, Ph.D., za správné vedení, vstřícnost a čas, který mi věnovala, cenné odborné rady a trpělivost při tvorbě mé bakalářské práce.

Dále bych chtěla poděkovat Technické univerzitě v Liberci, za možnost provedení experimentálních zkoušek.

V neposlední řadě mé rodině a blízkým, kteří mě podporovali po celou dobu mého studia.

## **ANOTACE**

Předmětem této bakalářské práce je potvrdit nebo vyvrátit hypotézu, že z malého počtu vzorků novou dynamickou metodou lze získat uspokojivé výsledky o parametru splývavosti textilie. Byly popsány metody měření splývavosti textilií. Zaměřeni na dynamické metody měření splývavosti. V experimentální části je měřen tvar splývavého tvaru novou dynamickou metodou a dále statistické zpracování získaných dat. V závěru práce vyhodnocení naměřené hodnoty, získán výsledek z měření a odpovědi na vyslovenou hypotézu.

### **KLÍČOVÁ SLOVA:**

Splývavost, dynamické metody

## **ANNOTATION**

The aim of this work is to confirm or disprove the hypothesis that by the new dynamic method a small number of samples can be obtain satisfactory results of the parameter blended fabric. Describe the methods of measurement of blended fabric. Focusing on the dynamic measurement methods of blending. In the experimental part is measured shape of blended shape by a new dynamic method and statistical processing of the data. In conclusion, evaluation of the measured values obtained from the measurement result and response to expressed hypothesis.

### **KEYWORDS:**

Blending, dynamic methods



## Seznam použitých zkratek

ČSN	česká národní norma
EN	evropská norma
%	procento
ISO	mezinárodní organizace pro normalizace
3D	trojdimenzionální
Obr.	Obrázek
DC	koeficient splývavosti
viz.	lze vidět
č.	číslo
tj.	to je
MIN	minimum
MAX	maximum

## Obsah

Úvod .....	11
<b>1. TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>12</b>
1.1 Splývavost .....	12
1.2. Definice .....	13
1.3. Vlastnosti ovlivňující splývavost textile .....	14
1.4 Normy měření .....	15
<b>2. METODY MĚŘENÍ SPLÝVAVOSTI .....</b>	<b>17</b>
2.1. Měření splývavosti podle Lojena .....	17
2.2. Měření splývavosti podle Omerogly .....	18
2.3. Měření splývavosti podle Cusika .....	19
2.4. Měření splývavosti pomocí přístroje F. R. L. Drapemeter .....	20
2.5. Měření splývavosti pomocí přístroje - T. F. Drapemeter .....	21
2.6. Využití obrazové analýzy pro měření splývavého tvaru .....	22
2.7. Měření splývavosti na přístroji Sylvie 3D Drape Tester .....	23
2.8 Dynamické měření splývavosti .....	24
2.9. Metody měření splývavosti- shrnutí .....	25
<b>3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....</b>	<b>26</b>
3.1 Použitý materiál .....	26
3.2. Postup měření .....	27
3.3. Provedené experimenty .....	28
<b>4. ZÁVĚR .....</b>	<b>38</b>
<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>43</b>

# Úvod

Výběr textilního materiálu je jedním z nejdůležitějších parametrů před samotnou výrobou oděvů. Důležitým parametrem je také splývavost. Tímto tématem se zabývají vědci z celého světa. Ani pracovníci z Technické Univerzity v Liberci nejsou výjimkou.

Teoretická část práce obsahuje rešerše článků vědců, kteří se tématu splývání textilií věnují. V této části práce jsou uvedeny definice splývavosti textilií, popsány normy měření splývavosti textilií a objasněny další principy a metody měření splývavosti textilií, jejich výhody a nevýhody. Závěr kapitoly je věnován vysvětlení postupu měření splývavosti na dynamickém drapemeteru.

V experimentální části této bakalářské práce je popsán přístroj, na kterém byl realizován experiment. Popis vzorku, na kterém byly experimenty realizovány. Dále je uvedeno samotné měření splývavosti textilií, jaký byl postup těchto měření, vyhodnocení výsledků pomocí programu MATLAB a statistické zpracování dat.

Cílem této práce je potvrdit nebo vyvrátit hypotézu, že lze z malého počtu vzorků textilie získat uspokojivé výsledky o parametru měření splývavosti.

# 1. TEORETICKÁ ČÁST

## 1.1 Splývavost

Pod pojmem splývavost se rozumí deformace textilie vlivem zemské tíže za definovaných podmínek určených podle použití textilie. Obecně je splývavost trojrozměrný jev a lze tvrdit, že součinitel splývavosti závisí na mechanických a strukturních vlastnostech textilií, na definici součinitele splývavosti a na metodách jeho měření. Jde o komplexní mechanickou vlastnost textilií a lze předpokládat její vztah k jejich ohybu, k jejich mechanickým modulům a k jejich struktuře. [8]

Výběr textilního materiálu s vhodnými vlastnostmi je jedním z nejdůležitějších kroků před samotnou výrobou oděvu. Velmi důležitým parametrem je splývavost. Tato rozhodující charakteristika ovlivňuje estetiku a dynamickou funkčnost tkaniny. Tato rozhodující charakteristika textilie stanovuje, jestli bude oděvní výrobek kopírovat křivky lidského těla, nebo zda bude člověku nepřírozně, a nebo nepříjemně odstávat. Závisí na druhu textilie, různé druhy vykazují rozdílné splývavé chování textilie. Například pleteniny vykazují obvykle lepší splývavé chování než tkaniny. Tento závěr je vyvozen z mnoha experimentů, které byly na uvedené téma provedeny. V odborné literatuře a jiných odborných zdrojích se setkáme s velkým množstvím definic splývavosti. [8]

## 1.2. Definice

Definice splývavosti textilií se může lišit dle odborné literatury, přičemž každá může na daný pojem nahlížet z jiného úhlu.

„Splývavost je souhrn vlastností plošné textilie jako vláčnost, poddajnost a ohebnost. Vyjadřuje se poměrem mezi plochou zkoušených vzorků a plochou průměru vzorků k ploše mezikruží, tj. k ploše vzorků způsobilych ke splývání. Udává se v %.“ [1]

„Splývavost textilie je definována jako její schopnost vytvářet esteticky působící záhyby při zavěšení v prostoru. Tyto záhyby jsou výsledkem prostorové deformace.“ [2]

„Splývavost je definována jako schopnost plošné textilie vytvářet prostorové deformace ve tvaru záhybů zaobleného tvaru, kterých se dosáhne jejím upnutím v kruhové horizontální čelisti. Splývavé okraje a záhyby kruhového vzorku na něm charakterizující tuto prostorovou poddajnost.“ [3]

„Při použití kruhově vystřižené textilie, jejím umístěním na kruhovou podložku, deformací gravitační silou a následným obkreslením promítnutého tvaru je splývavost definována jako poměr původní plochy kruhové textilie k ploše průmětu. Takto definovaná splývavost popisuje charakteristiku textilie jako celku integrálně.“ [3]

„Splývavost plošných textilií je mechanická vlastnost, kdy je textilie deformována vlastní tíhou.“ [3]

„Schopností textilie je, vytvářet prostorové deformace ve tvaru zaoblených záhybů vlivem zemské gravitace. Jedná se prakticky o jakousi prostorovou poddajnost textilie.“ [3]

„Vlastností plošné textilie je, zejména měkkost, vláčnost, poddajnost, ohebnost. Její míra může být pro odlišné typy textilií a účel jejich použití různá. U oděvních textilií je často určována a ovlivňována platnými módními tendencemi.“ [4]

Dle Hesse a Sluky je splývavost velmi zajímavým parametrem, charakterizujícím komplexní neformovatelnost plošné textilie a závisí na tuhosti textilie v ohybu B, tuhosti textilie ve smyku G a její plošné hmotnosti M. [5]

„Splývavost dle Kováře souvisí s deformačními vlastnostmi plošné textilie (především se jedná o ohyb, plošné protažení a zkosení) a s plošnou hmotností textilie. Prognoza splývavosti je obtížná, zatím jsme zpravidla odkázáni na experiment. Splývavost patří i do kategorie reprezentativních vlastností.“ [6]

„Splývavost textilie definuje Kovačič jako schopnosti vytvářet esteticky působící záhyby při zavěšení v prostoru. Tyto záhyby jsou výsledkem prostorové deformace.“ [2]

### 1.3. Vlastnosti ovlivňující splývavost textilie

- **Geometrické vlastnosti:** tloušťka, vazba, dostava a jiné.
- **Mechanicko-fyzikální:** tuhost v ohybu, třecí vlastnosti, plošná měrná hmotnost a jiné.
- **Vlastnosti příze a vláken použitých na výrobu textilie:** jemnost, počet zákrutů, materiálové složení a jiné.

Hu a Chan [4] ve své studii zkoumali vztah mezi splývavostí tkaniny a jejími mechanickými vlastnostmi. Mezi tyto vlastnosti, které určitým způsobem ovlivňují splývavost, uvedli plošnou hmotnost textilie, ohyb, povrch textilie, smyk, stlačení (deformace příze ve vazných bodech plošné textilie) a tahovou sílu. Uvádějí, že všechny tyto vyjmenované parametry mají vliv na splývavost textilie. Výsledkem jejich experimentu bylo seřazení následujících faktorů v pořadí podle stupně důležitosti. Došli k závěru, že největší vliv na splývavost má ohyb. Dále následují, tahová síla v textili, smyk, plošná hmotnost textilie, povrch a stlačení.

## 1.4 Normy měření

**Česká norma ČSN 80 0835** Zkoušení splývavosti plošných textilií, byla vydána roku 1971. Norma spadá do třídy 8008 Zkoušení textilních plošných výrobků. Norma obsahuje popis metody měření splývavosti a určování koeficientu splývavosti metodou planimetrování. V roce 2008 byla tato norma zrušena a nebyla vydána přímá náhrada. Norma je neplatná. [3]

Postup měření dle této neplatné normy je následující: Zkoušení splývavosti plošných textilií průmětem z roku 1971 se na kruhový stojan o průměru 180mm umístí vzorek plošné textilie o průměru 300mm. Přes průsvitnou desku se promítne 2D obraz splývající plošné textilie, který se zakreslí na průsvitný papír. Pomocí planimetrie se získá plocha průmětu, a z ní se vypočítá koeficient splývavosti v %. Pro přesnější určení se zkoumají dva vzorky a obrys se zakresluje oběma směry, tj. zprava doleva a zleva doprava. Tak se získá průměrná plocha ze čtyř vzorků.

Koeficient splývavosti  $x$  se vypočítá podle vzorce:

$$x = \frac{S - \overline{S_p}}{S_m} \cdot 100[\%].$$

Kde:  $S$  je plocha zkoušené textilie,

$\overline{S_p}$  je průměrná plocha průmětu,

$S_m$  je plocha mezikruží, tj. plocha vzorků způsobila ke splývání.

### Nedostatky ČSN:

- v normě chybí detailnější popis, případně schéma doporučeného zařízení,
- vzhledem k manuálnímu zakreslení obrysů a určování plochy průmětů planimetrováním je výsledek významně ovlivněn lidským faktorem a můžou tak vznikat chyby,
  - lidský faktor hraje také roli při umísťování vzorků na stojan, rychlost a způsob položení vzorku ovlivňuje tvar drapérie,
  - norma vyjadřuje splývavost koeficientem splývavosti, ten však nepodává úplný popis o splývavém chování textilie, nejsou v něm zahrnuty aspekty, jako je počet, tvar a rozložení vln,

- splývavost je měřena dvojdimenzionálně, chybí třetí rozměr,
- splývavost  $x$  je definována jinak než koeficient splývavosti uznávaný ve světě.

Vztah mezi koeficientem splývavosti DC a splývavostí určenou podle ČSN označenou  $x$  je  $x = 100 - DC * [\%]$ . [8]

**Interní norma č. 23-202-01/01 Splývavost tkanin.** Ohyb přes ostrý roh. Norma byla schválena a vydána v roce 2003 byla vypracována v rámci výzkumného centra Textil LN00B090. V normě je popisováno hodnocení splývavého úhlu u tkanin a některých vybraných pletenin ohybem proměřovaných vzorků přes ostrý roh ( $90^\circ$ ) horizontálního měřicího stolu v důsledku jejich vlastní váhy. Vzorek tkaniny čtvercového tvaru při ohybu přes ostrý roh vytváří šikmou ostrou a rovnou hranu. Měření je odklon od horizontální roviny. Hledanou veličinou je v tomto případě sinus úhlu  $\varphi$ , který vznikl mezi splývavou hranou a horizontální rovinou. Tuto normu nelze nalézt v žádné známé normě, pouze lze najít podobný princip deformace měřené textilie vlastní vahou pro stanovení splývavosti textilií. Tento princip byl použit v britské normě BS 5058:1971 a ve francouzské normě č. NF H 07 109. [7]

**Britská norma BS 5058:1973 (Method for the assessment of drape of fabric)** popisuje metodu určování splývavosti textilií pomocí gravimetrie. Kruhový vzorek je umístěn mezi dvěma prstenci, volné konce splývají a utvářejí záhyby. Stín splývajícího vzorku je obkreslen na papír. Koeficient splývavosti se vypočte z poměru váhy původního papíru vystřiženého dle obrysu. [3]

**IS 8357:1977 Methods for assesment of fabric drape.** Tato norma zavádí následující definici splývavosti: Je zde definována jako oblast stínu pověšeného vzorku vyjádřeného procentem plochy mezikruží tkaniny. Princip vyhodnocování koeficientu splývavosti spočítá v tom, že kruhové vzorky tkaniny jsou upevněny mezi dvěma vodorovnými disky menšího průměru. Vzorek opět splývá působením zemské tíže. Dochází k projekci obrysu pověšeného vzorku. Obrys je zaznamenán na světlocitlivém papíře. K vyhodnocování se používá gravimetrie. [3]



## 2. METODY MĚŘENÍ SPLÝVAVOSTI

### 2.1. Měření splývavosti podle Lojena

Lojen měřil na tkaninách uvedených v tabulce koeficient zakrytí a počet záhybů (maximální a minimální amplitudu trojrozměrného zakrytí). K měření použil Cusickův Drapemeter a Drape Analyser.

Provedl čtyři měření na každém vzorku 2, 4, 6 a 24 hodin za standardních testovacích podmínek. Průměr kruhového vzorku byl  $d_1=30\text{cm}$ , ale chtěl také určit vliv změny velikosti vzorku na splývavost, proto použil ještě větší průměr  $d_2=36\text{cm}$ , to však použil pro první tři textilie (F1-F3). Vnitřní průměr Drapemeteru je 18cm pro oba měřené vzorky, tudíž se měření liší délkou převisu a lze tedy předpokládat, že i tvar nebo počet záhybů se změní. Délku ohybu tkanin a pevnosti určil pomocí FAST2-systému. Lojen při svém výzkumu dodržel všechny určené normy, proto musel ještě stanovit normovaný koeficient zakrytí, ačkoliv neexistují žádná pravidla pro získání těchto hodnot. Tudíž vybral dvě tkaniny ze stejného materiálu, ale s odlišnou ohybovou tuhostí a parametrem zakrytí. Díky statistickým datům poté získal potřebné údaje. Měření provedl celkem 31x. [4]

Lojen provedl výzkum, který zaměřil na pochopení jevu splývavosti v celé jeho kompletnosti, aby předešel přílišnému zobecňování názorů. Dle něj je to důležité pro určení výsledného vzhledu hotového výrobku a navíc napomáhá ipřesnit počítačové simulace, látka se díky detailněji zjištěným hodnotám chová reálněji a my víme, jak s ní pracovat. Výsledné hodnoty koeficientu zakrytí tkanin o průměru 30cm se velmi lišily. Počty záhybů se ve skupině F4 a F2 pohybovaly v rozmezí 5 až 8. Tkaniny F3, F5, F6 a F8 měly stejný počet ohybů-7, ale různé koeficienty zakrytí a jiné parametry vazeb. Ovšem tkaniny F6 a F8 mají podobnou hustotu, hmotnost a typ vazby, z čehož je jasné, že vazba ovlivňuje splývavost. Lojen rozdíl v naměřených hodnotách koeficientu zakrytí očekával kvůli různým vlákenným směsím, typu vazby, hustoty příze a lineární hodnotě, proto nebylo možné najít souvislost. Vzhledem k tomu, že použil komerční tkaniny, u kterých nevěděl, jaké procesy či úpravy byly aplikovány, neměl úplné údaje, které potřeboval.

Dle Lojena se koeficient zakrytí měří v závislosti na čase, ne na velikosti. V tomto experimentu bylo zjištěno, že s přibývajícím časem se koeficient zakrytí snižuje. Nejčastěji došlo ke změně v průběhu prvních dvou hodin, nejmenší změny vykazoval vzorek F5 a naopak největší vzorky F7 a F3.

Se snižujícím se koeficientem zakrytí se snižuje i minimální a maximální amplituda, ale počet zákrutů se nemění. Projekční plocha splývajících vzorků se mění kvůli změně času, délky a šířky, ale změny jsou téměř zanedbatelné. Vzorky s větší průměrem ( $d_2$ ) mají ještě o 3cm větší delší převis, byly naměřeny stejně jako vzorky se standardním průměrem ( $d_1$ ). Tyto vykazovaly menší odchylky měření. Větší vzorky v porovnání s menšími splývají rychleji, což dokázalo srovnání měření na Drapemeteru, ale snížení koeficientu zakrytí nebylo tak výrazné. [4]

## 2.2. Měření splývavosti podle Omerogly

S. Omeroglu, E. Karaca and B. Becerir : Comparsion of Beneding Drapability and Crease Recovery:

Splývavost textilií měřil dle normy ISO 9073-9 pomocí Cusickova testeru. Opět provedl měření 5x na každém vzorku a vypočetl z toho koeficient zakrytí [%], z čehož mu vyšlo, že vzroste-li koeficient zakrytí, klesá schopnost splývání. Koeficient zakrytí byl vyšší u tkanin z dutých vláken než u plných vláken v obou vazbách. Nejvyšší koeficient zakrytí naměřil na dutých vláknech kruhového průřezu. Z toho vychází, že splývavost dutých vláken je nižší než plných vláken. Vyšlo také, že tkaniny s plátňovou vazbou mají vyšší koeficient zakrytí než tkaniny s keprovou vazbou, kde jako důvod uvádí opět vysoký počet vazných bodů a nízkou schopnost pohybu nití ve vazbě, která dělá tkaninu „hustší“.

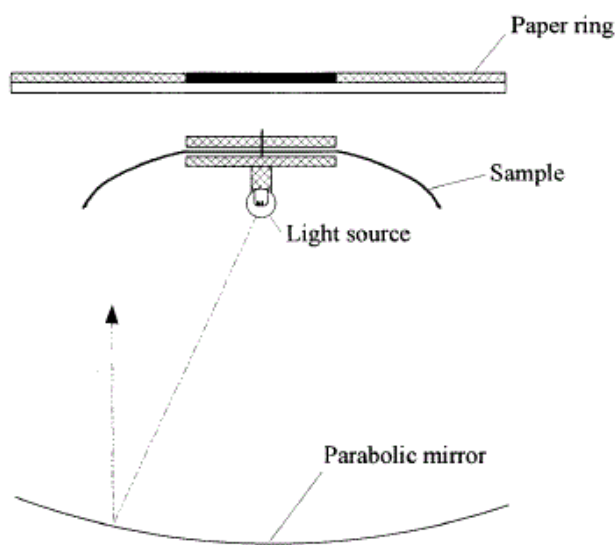
Ohyb a splývavost dle článku, vykazaly závislost, jednalo-li se o stejný materiál. Došlo se tedy k závěru, že rozdíly mezi vlastnostmi textilního materiálu ovlivňuje moment setrvačnosti a typu průřezu vlákna, objemnost příze z důvodů kompaktnosti tkaniny. Koeficient zakrytí úzce souvisí s ohybovou tuhostí. Tato studie ukazuje vliv zvoleného materiálu a vazby na splývavost a anizotropii. [4]

Na splývavost textilií má vliv řada faktorů. Z mechanických vlastností je to například tuhost v ohybu, a nebo tuhost ve smyku. Z parametrů struktury textilie je to především hustota provázání osnovy a útku ve tkanině, vazba, tloušťka textilie, tvar vláken apod. Hodnocení splývavosti je tedy nesnadným úkolem. Zprvu byla zkoumána pouze z poměru ploch, později začali výzkumníci do hodnocení zahrnovat další faktory. Velký pokrok přinesla počítačová technika, která měření zpestřila, zrychlila a otevřela další možnosti ve studii chování textilií. Dále jsou popsány nejčastější metody měření splývavosti. [8]

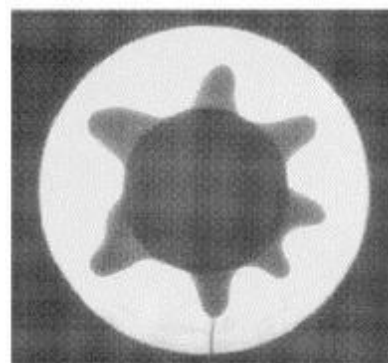
Průkopníkem v měření splývavosti byl Pierce v roce 1930, který jako první představil objektivní metody pro měření splývavosti. Dnes je tato metoda nejdostupnější pro kvantifikaci splývavosti v textilním průmyslu měření koeficientu splývavosti. Většina přístrojů, na kterých je měřena splývavost, vychází z metod podle Cusika. Princip těchto přístrojů je založen na porovnání plochy průmětu splývajícího kruhového vzorku do roviny rovného vzorku a plochy toho původního vzorku. Získaná hodnota, ale blíže nepopisuje samotný tvar a jiné parametry splývavého vzorku jako je například počet vln, velikost a tvar vln, jejich rozmístění na obvodu vzorku. Hodnocení splývavosti je z tohoto důvodu nesnadným úkolem. [3]

### 2.3. Měření splývavosti podle Cusika

Cusickův drapemeter, vyvinutý v šedesátých letech minulého století, je široce používaným nástrojem pro měření splývavosti textilií v textilním a oděvním průmyslu a z jeho principu vychází řada dalších výzkumů. Pro výpočet koeficientu splývavosti DC, zavedl Cusick novou, jednoduchou metodu určování splývavosti vážením. [3]



*Obr.1: Schéma Cusickova drapemeteru. [9]*



*Obr.2:Horní pohled  
na stín splývajícího vzorku. [9]*

### **Princip metody:**

Kruhový vzorek textilie o průměru 30cm je horizontálně umístěn na pevném kruhovém podstavci o průměru 18cm. Okraje textilního vzorku, které nejsou podepřeny, volně splývají vlastní vahou a formují se do záhybů. Vertikálně je promítán stín zřasené textilie na papír umístěný na horní desce drapemeteru. Obrys stínu je obkreslen na papír, jež je ve tvaru kruhu. Papírový kruh je zvážěn a tím je získána hodnota W1. Poté se z papíru vystříhne tvar podle zakresleného obrysu, výstřižek se zváží, získá se hodnota W2. Koeficient splývavosti DC je vyjádřen :

$$DC = \frac{W2}{W1} \cdot 100[\%].$$

Kde: **W1** je váha původního vzorku.

**W2** je váha vystřiženého papírového vzorku. [8]

## **2.4. Měření splývavosti pomocí přístroje F. R. L. Drapemeter**

Přístroj Fabric Research Laboratories byl vyvinut, aby bylo možno měřit splývavost ve všech třech směrech. Stejně jako u ČSN 80 0835 vychází metoda stanovení koeficientu splývavosti ze změny plochy kruhového vzorku upnutého v kruhové čelisti. Volné okraje vzorku volně splývají vlivem vlastní tíže a gravitace. Splývající vzorek se promítne do roviny kruhové čelisti a plocha tohoto průmětu se porovná s plochou původního vzorku.

Koeficient splývavosti se vypočítá podle vztahu:

$$DC = \frac{S - \pi \cdot r^2}{\pi \cdot R^2 - \pi \cdot r^2} \cdot 100[\%].$$

Kde: **R** je poloměr původního vzorku,

**r** je poloměr podpěrné čelisti,

**S** je plocha průmětu (stínu) splývající textilie.

### **Princip měření na F. R. L. Drapemeteru**

Přístroj se skládá ze sférického dutého zrcadla, bodového zdroje světla, který je umístěný tak, aby vznikl rovnoběžný světelný svazek, ze dvou kruhových čelistí stejného průměru, mezi něž se upíná vzorek, z průhledného prstencového podstavce a skleněné desky. Vzorek se upevní mezi čelisti v poloze, kdy je dolní čelist v rovině s podstavcem. Poté čelisti zdvihnou do horní polohy a utvoří se tak samovolně záhyby.

Stín vzorků se promítne skrz průhledný prstencový podstavec Drapemetru a skleněnou desku až na horizontální stůl pod skleněnou deskou. Obrys stínu se pak obkreslí manuálně a plocha průmětu zjistí planimetrováním.

Obvykle jsou používány vzorky plošné textilie o průměru 300mm a rozměr čelistí o průměru 180mm. Lze se ale setkat i s průměry 25,4mm a průměrem čelistí 12,7mm, které ve svém výzkumu použil se svými kolegy Mizutani a Morooka.

Hu a Chan a ve své studiu uvedli možnost použití třech velikostí poloměrů u zkoumaných vzorků. Pro velmi splývavé látky, které mají koeficient splývavosti menší než 30%, poloměr 12cm, pro středně splývavé látky 15cm a pro velmi tuhé látky, které mají koeficient splývavosti 85%, poloměr 18 cm. Podle Cusika je kombinace poloměru vzorku 15 cm a poloměru podpěrného disku 9 cm vhodná pro širokou škálu oděvních tkanin. Aby bylo možno porovnávat jednotlivé tkaniny mezi sebou zvolili Hu a Chan ve svém experimentu vzorky o velikosti 15 cm v průměru pro všechny tři typy tkanin.

#### **Nevýhody metody:**

- manuální obkreslování stínu a použití planimetrie pro určení plochy,
- koeficient splývavosti DC nepopisuje celkové chování splývavosti plošné, textilie, nezohledňuje počet, tvar a rozložení vln. [8]

## **2.5. Měření splývavosti pomocí přístroje - T. F. Drapemeter**

Tato metoda byla vyvinuta pletářským střediskem při francouzském textilním institutu v Troyes (Institut textile de France) [8]. Metoda využívá přímého měření vzorku, takže na rozdíl od předchozích nepracuje s projekcí zkoušeného vzorku. Koeficient splývavosti F se vypočítá dle vztahu:

$$F = \frac{s_e - s_i}{s_i - s_j} = \frac{d'^2 - d_j^2}{d^2 - d_j^2} \cdot 100[\%].$$

Kde:	$\bar{d}$	je střední průměr z naměřených průměrů [mm]
	$s_e$	plocha vypočítaná ze středního průměru $\bar{d}$ [mm <sup>2</sup> ]
	$s_i$	plocha přítlačného disku [mm <sup>2</sup> ]
	$d_j$	průměr přítlačného disku [mm <sup>2</sup> ]
	$s_i$	plocha měřeného disku [mm <sup>2</sup> ]
	$D_i$	průměr měřeného disku

## 2.6. Využití obrazové analýzy pro měření splývavého tvaru

V předchozích metodách je vysoké riziko chyb právě kvůli značnému zahrnutí lidského faktoru. S příchodem digitalizace obrazu vznikly nové možnosti, jak toto riziko eliminovat, práci experimentátorů zpřesnit a zrychlit. Zpracování obrazu pomocí počítače navíc umožňuje sledovat více parametrů. Do té doby byla sledována pouze plocha průměru splývajícího vzorku textilie a z ní je stanoven koeficient splývavosti. Obrazová analýza umožnila sledování tvaru drapérie, počet, rozmístění a hloubku vln.

Metody, u nichž si výzkumníci pomáhají digitalizací obrazu, obvykle vychází z již existujících přístrojů pro měření splývavosti, nejčastěji na principu Cusikova drapemeteru. Drapemeter doplní fotoaparát nebo kamera, čím získají digitální obraz. Ten přenesou do počítače a pomocí vhodných softwarových programů jej upraví a zjistí plochu.

Tímto způsobem provedli svůj experiment například Lo, Hu, Li. Ve své práci použili digitální fotoaparát připojený k počítači pro zachycení dvojdimenzionálního obrazu splývající textilie přímo z Cusikova drapemeteru. Na obrazovce počítače pak z toho obrazu mohli pozorovat počet, umístění vln a detailní tvar drapérie. Dále použili počítačový program pro obrazovou analýzu Lecia QWin, který automaticky vypočet koeficient splývavosti přímo ze zachyceného obrazu

Obdobně doplnili ve své práci klasický drapemeter o digitální fotoaparát i Sidabraité a Mastekaité. Ale pro další práci s obrazem použili software AutoCad 2000, v němž zaměřili plochu profilu splývající textilie a koeficient splývavosti následně vypočetli.

Trochu jiným způsobem zaznamenali splývavost textilie Mizutani s kolegy. Pro svůj experiment vyvinuli nové zařízení nazvané „drape elevator“ díky němuž mohli hodnotit vlastnosti splývání průběžně během celého procesu utváření drapérie. Zařízení obsahovalo stůl, který se pohyboval po vertikální ose, a v jeho středu byl nepohyblivý kruhový držák vzorku. Na začátku, kdy se umístil zkoumaný vzorek textilie, byly obě plochy v rovině. Jakmile se stůl začal pohybovat směrem dolů volné konce vzorku textilie se začaly svěšovat a utvářet záhyby vlastní vahou. Průběh celého procesu zaznamenával digitální fotoaparát umístěný těsně nad přístrojem a tím se zaznamenala každá fáze utváření drapérie.

Zcela odlišně přistoupili k měření splývavosti ve své práci Halász s kolegy. Ve svém experimentu měřili splývavost na přístroji Sylvie 3D Draper testeru vyvinutém na Budapešťské Univerzitě Technologií a Ekonomiky. Jedná se o počítačem řízené vybavení založené na 3D skeneru.

Program v podstatě rekonstruuje měřený povrch z naměřených dat a vytváří simulaci splývající textilie trojrozměrným obrazem, na který lze nahlížet z několika stran. Naměřená data také automaticky zpracuje a použije je pro výpočet běžných hodnot. Systém představen níže. [8]

## 2.7. Měření splývavosti na přístroji Sylvie 3D Drape Tester

Přístroj Sylvie free-dimensional (3D) Drape Tester byl vyvinut na Budapešťské Univerzitě Technologií a Ekonomiky pro měření splývavosti pomocí trojrozměrného scanneru. Pomocí 4 kamer je snímán vzorek zavěšené textilie v různých výškách. Kamery jsou připevněné napevno a snímají body vytvořené laserovými paprsky. Pomocí softwaru jsou zpracovány nasnímané body a účelně využity pro trojrozměrnou simulaci. Takto vzniklý 3D obraz lze v počítači otáčet v několika směrech. Program Sylvie Cat systém vypočítá koeficient splývavosti DC (%), počet vln (PC) a minimální a maximální rádius (mm), který se používá pro výpočet činitele nerovnoměrnosti DU.

### Princip měření:

Plošina Sylvie 3D Drape Testeru je v počátečním stavu na úrovni základní desky. Průměr plošiny je 180 mm. Průměr textilního vzorku je 300 mm. Během testu musí být střed vzorku nastaven přesně na středu plošiny a směr osnovy a útku musí být v určitém směru. Zdvih plošiny je řízen počítačem, tím je zajištěno, že splývavost je vždy zkoumána při stejné rychlosti a při stejném dynamického efektu. Během měření jsou čtyřmi laserovými zářiči promítány laserové linky na textilní vzorek, aby se určila místa křížení, a čtyři fotoaparáty tyto linky zaznamenávají. Fotoaparát a laserové zářiče jsou namontovány na měřicím rámu. Během skenování povrchu textilního vzorku se rám pohybuje po krocích o určité vzdálenosti. Počítačem řízené zařízení je konstruováno v černé skříni, aby byla zajištěna tma během snímání. Poté, co jsou sejmuty všechny fotografie, počítač si je stáhne. Program jednotky určí požadované vlastnosti splývavosti DC, je vypočítán dle všeobecně přijímané definice podle vzorce:

$$DC = \frac{a - \pi R_1^2}{\pi R_2^2 - \pi R_1^2} \cdot 100 [\%] .$$

- Kde: **a** je plocha plošné projekce splývající textilie  
**R1** poloměr plošiny  
**R2** poloměr ležící textilie

Pro přesnější popis chování splývavosti u textilií byl zaveden nový parametr nazvaný činitel nerovnoměrnosti splývání *DU* (Drape Unvenness Faktor), popisuje geometrické asymetrie a nerovnosti splývání u textilních vzorků. Fyzicky je to relativní odchylka vlnové délky vytvořené na obvodu plošné projekce zvlněné textilie.

$$DU = \frac{\sqrt{\sum \frac{(WL_i - \overline{WL})^2}{n - 1}}}{\overline{WL}}$$

- Kde: **WL<sub>i</sub>** je středový úhel mezi dvěma přilehlými maximálními odchylkami (tj. vlnová délka jedné vlny),  
**WL** je průměrný středový úhel jedné vlny (tj. průměr vlnové délky  $WL = 360/n$ ),  
**n** je počet vln. [8]

## 2.8 Dynamické měření splývavosti

Dalším tématem ve studiích vědců je korelace reálné splývavosti a pohybu. Při statistických podmínkách mohou různé druhy textilií vykazovat velmi podobné splývavé chování, zatímco při dynamickém zatížení mohou vykazovat velké rozdíly ve splývavém chování.

Dynamický účinek na splývavost je později sledován pomocí systému, který je složen z drapemeteru s kruhovým otočným podpěrným diskem a zařízením pro zpracování obrazu, tj. CCD fotoaparát a počítačem. Používaný fotoaparát je schopen ve velmi krátkém časovém intervalu zachytit obraz testovaného vzorku. Přístroj umožňuje změnu rozsahu otáček.

Měření dynamického účinku na splývavost bylo realizováno na přístroji Sylvie 3D Tester, který pracuje na základě využití 3D scanneru. Zařízení je doplněno vyměnitelnými kruhovými prstenci, jež mají různý vnitřní průměr. Hlavní funkcí prstenců je tlačit textilní vzorek otvorem kruhu, když držák stoupá. Pro kvalitní zpracování a vyhodnocení dat je nutné zpracovat výsledky měření a prstenci a bez prstenců. [3]



## 2.9. Metody měření splývavosti- shrnutí

Převážná část metod měření splývavosti vychází z principu, který zavedl Cusick, stanovení změny tvaru vzorku na vodorovné ploše a při zavěšení v prostoru při statických podmínkách. Na základě výsledků měření při statických podmínkách bylo zjištěno, že různé druhy látek mohou vykazovat velmi podobné splývavé chování. A proto byly zkonstruovány dynamické drapametry. Princip měření zůstává stejný jako u statických drapameterů. Dynamický drapameter je navíc vybaven otočným podpěrným diskem. Princip tedy spočívá v rotačním pohybu při měření jaký zavedl Cusick.

Při tomto měření splývavosti byl použit princip, kdy vzorek není jako u dynamických drapameterů roztáčen, nýbrž je se zkušebním vzorkem prováděn vertikální pohyb směrem nahoru a dolů. Myšlenka pohybu byla inspirována běžným používání oděvů. Oděv při oblékání nebývá roztočen, ale je sním manipulováno ve vertikálním směru.

Využití vertikálního pohybu bylo nejprve prováděno manuálně. Byla realizována na primitivní konstrukci složené ze základní desky, podstavce, disku a fotoaparátu. Princip této metody spočíval v zatřepání se vzorkem, položení vzorku a následném vyfocení splývavého tvaru. V této práci se vzorek pohybuje ve vertikálním směru nahoru a dolů. Disk je vysunut na konec tyče a spuštěn směrem dolů, splývaví tvar textilie je vyfotografován a přenesen do počítače, kde jsou splývavé tvary vyhodnocovány. Experimentátor manipuluje se vzorky jen při položení na disk, na samotný tvar splývání nemá žádný vliv. Tedy není tam žádný zásah experimentátora na tvar splývavé plochy vzorku.

### 3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Doposud u nás byla vyhodnocována splývavost textilií klasickou metodou. Princip měření spočívá v proměření pěti vzorků pětikrát a vyhodnocení plochy splývavého průmětu textilie. V experimentální části jsme počítaly se třemi parametry, a to plochou, obvodem a počtem laloků a vzorek byl dynamicky namáhán stokrát po sobě.

#### 3.1 Použitý materiál

Na experiment byla použita tkaná textilie vlnářského typu se vzorem káro. Ta by se dala využít na sukně, saka, vesty a jiné konfekční oděvy. Z textilie bylo vystříženo 20 vzorků kruhového tvaru s průměrem 30 centimetrů. Uprostřed vzorku byl vystřížen otvor s průměrem 2,2 centimetrů určený pro uchycení vzorku na měřicím přístroji. Na textilií byla barevně označena osnova i útek. Pro kalibraci byly na tkanině zakresleny úsečky o délce 10 centimetrů. Na tkanině nakresleny záchyty od středu 5 centimetrů a 9 centimetrů po osnově. Vzorky byly přežehlény, aby záhyby a nerovnosti na textilií neovlivnily měření. Vzorek popsán z lící strany. A z rubní označen číslem daného vzorku.

***Vzorek KZ1-20***

***Označení: KZ 1-20***

***Materiálové složení: 100% vlna***

***Nosný materiál: tkanina***

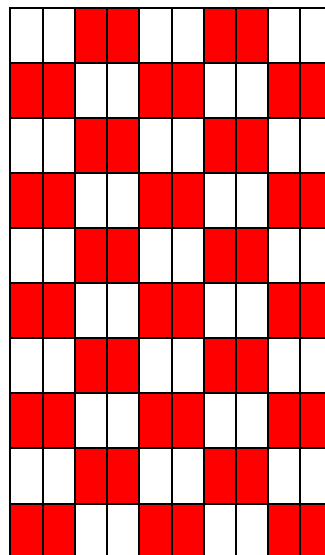
***Vazba: plátno***

***Plošná hmotnost: 1,84 g/100cm<sup>2</sup>***

***Počet nití v dostavě osnovy: 22/cm***

***Počet nití v dostavě útku: 22/cm***

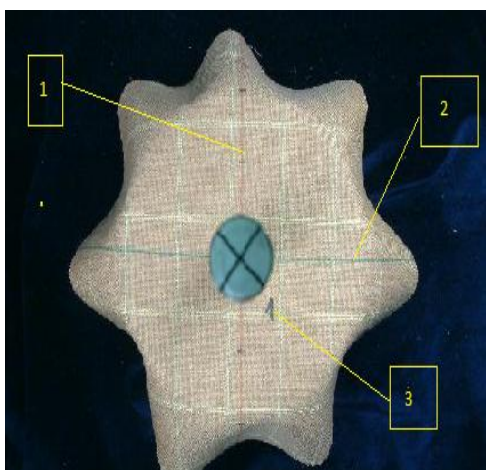
***vzor***



***Obr.3: Vazba tkaniny***

## Příprava materiálu

Před experimentem je nutné vzorek připravit pro měření tak, aby nerovnosti a záhyby neovlivňovaly další postup měření. Tkanina byla vyžehlena v rozloženém stavu, po té z ní byly vystřiženy vzorky kruhového tvaru s průměrem 30 centimetrů a ty byly znova přežehleny. Na vzorcích byla vyznačena osnova a útek odlišnými barvami na textil. Na lící straně. Osnova byla označena červenou barvou (1) viz obr. 4, a útek zelenou barvou (2). Následně bylo provedeno označení vzorku pořadovým číslem (3), v rozmezí hodnot 1-20.



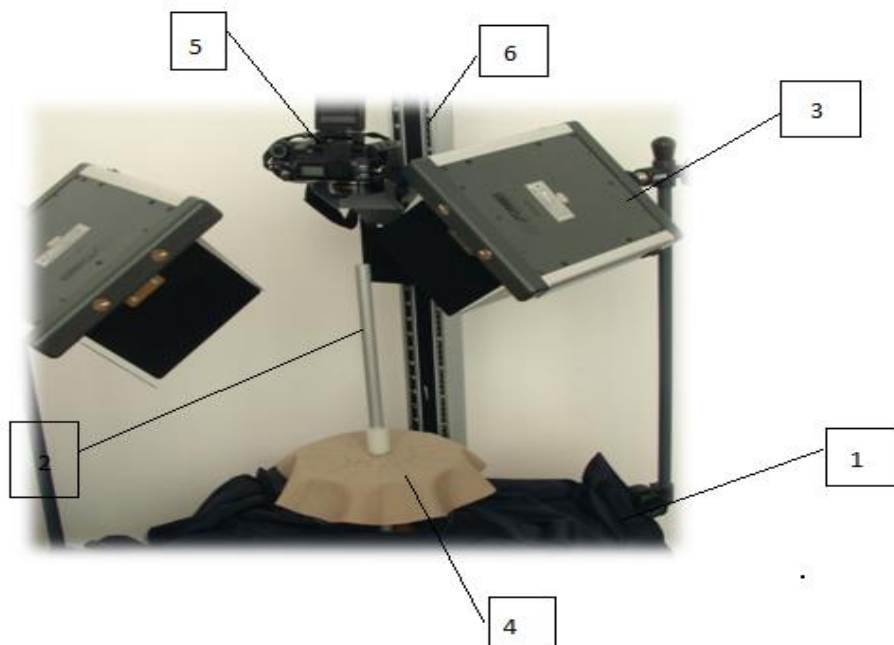
*Obr.4: Označený vzorek textilie KZ-1.*

### 3.2. Postup měření

Konstrukce se základní deskou byla pokryta tmavou tkaninou (1), jak můžeme vidět na obr.5, čímž se vytvořil kontrast mezi barvou měřeného vzorku a tkaninou na základní desce. Zkoumaný vzorek byl shora nasvícen dvěma nastavitelnými lampami se zrcadly (3), které byly na pevno přimontovány k základní desce. Na stativu (6) s milimetrovou stupnicí je nastavena výška 65 cm a uchycen fotoaparát (5). Disk (4) s průměrem 18 cm, na nějž je vzorek pokládán, se pohybuje po tyči (2) ve vertikálním směru.

Kruhový vzorek o průměru 30 cm byl položen na kruhový disk o průměru 18 cm. Po té byl disk uchopen za silikonový váleček a vytažen vertikálně směrem nahoru a následně spuštěn směrem dolů. Spadnutím vzorku se vytvořily záhyby bez zásahu experimentátora. Fotografie byly přeneseny do počítače a vyhodnoceny v programu Matlab®. Byla vypočítána plocha, obvod a počet laloků splývavého tvaru.

Na jednom vzorku probíhalo několik měření, nejprve byl vzorek měřen 5x po sobě z lící a rubní strany. Po té byl vzorek měřen 100x z lící a rubní strany. Splývavost byla měřena na přístroji viz obr.5, který je na podobném principu, jaký zavedl Cusick.



*Obr. 5:Přístroj na kterém byl experiment realizován.*

### **3.3. Provedené experimenty**

Cílem experimentu bylo zjistit, zda platí hypotéza:

Na malém počtu měřených vzorků, které budeme namáhat dynamicky, ve směru vertikálním uspokojivě vyšetříme hodnotu splývavého tvaru a hodnotu počtu laloků.

Měření byla provedena na textilií o rozměru 1,20x2,5 metrů.

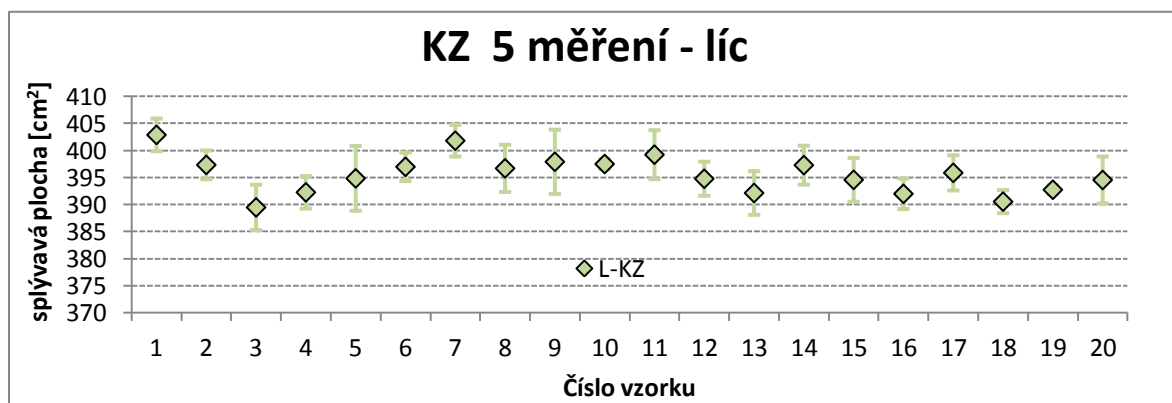
## **Bylo provedeno šest způsobů měření:**

1. Byla proměřena sada dvaceti vlněných vzorků KZ1-20. Každý vzorek byl postupně položen na disk pětkrát po sobě po lící straně. Získali jsme pět splývavých tvarů od jednoho vzorku, tj. celkem sto splývavých tvarů.
2. proměřena sada dvaceti vlněných vzorků KZ1-20, pětkrát po sobě po rubní straně,
3. proměřena sada dvaceti vlněných vzorků KZ1-20, přičemž byl každý vzorek namáhán ve vertikální poloze stokrát po lící straně. Získali jsme 2000 splývavých tvarů.
4. proměřena sada dvaceti vlněných vzorků KZ 1-20, přičemž byl vzorek namáhán ve vertikální poloze stokrát po rubní straně,
5. proměřen jeden vlněný vzorek KZ-1, přičemž byl vzorek pětsetkrát pokládán na kruhový disk, po lící straně,
6. proměřen jeden vlněný vzorek KZ-1, přičemž byl vzorek stokrát pokládán na kruhový disk, po lící straně. Experiment prováděl jeden a následně druhý experimentátor.

## **1. měření vzorků KZ 1-20**

Vzorky KZ 1-20 byly naměřeny postupně z lící strany. Vzorek byl položen na podstavec a následně vyfotografován. Na každém vzorku byl tento postup realizován pětkrát po sobě. Splývající plocha byla vyfotografována a přenesena do počítače, kde byla pomocí programu Matlab® vyhodnocena. A získány data pro vyhodnocení splývavosti. V příloze-7 jsou znázorněny parametry pro nastavení programu Matlab®.

V grafu č.1, jsou graficky znázorněny intervaly naměřených hodnot a znázorněny průměry hodnot měření jednotlivých vzorků. Na grafu vidíme, že vzorky leží v různých intervalech dolní hranice všech vzorků leží u  $385 \text{ cm}^2$  a horní hranice u  $406 \text{ cm}^2$ . Rozdíl je tedy  $21 \text{ cm}^2$ . Intervaly jednotlivých měření jsou u různých vzorků rozdílné. U vzorku KZ 5, je interval  $15 \text{ cm}^2$ . Naopak je tomu například vzorek č.18, kde naměřené hodnoty leží v intervalu  $5 \text{ cm}^2$ . U vzorku KZ 10 a 19 jsou intervaly minimální a na grafu nejsou téměř patrné.

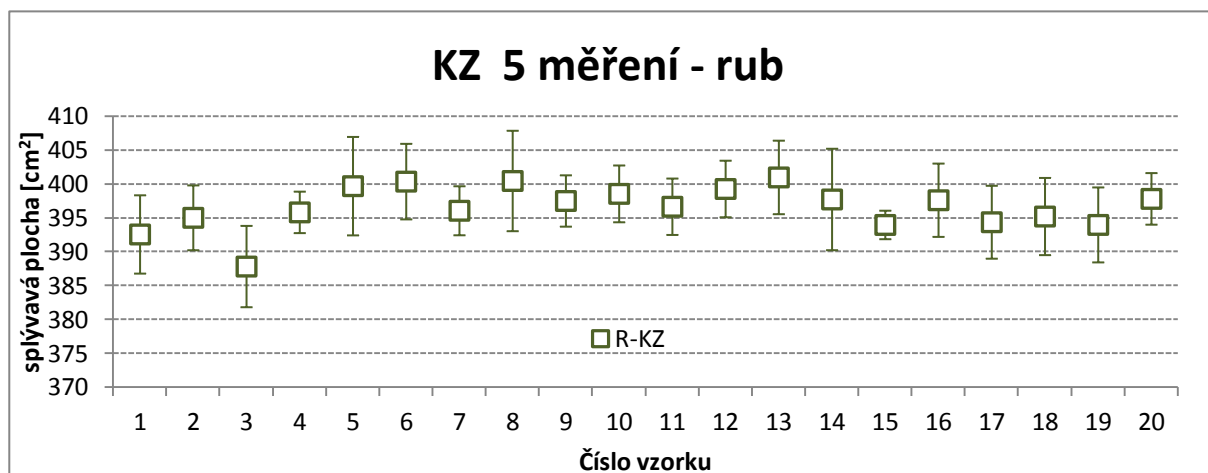


Graf č.1: KZ 1-20 5 měření-líc.

V příloze-1 jsou v tabulce zaznamenány hodnoty pro KZ1-20. Hodnoty pro CI, směrodatnou odchylku, dolní hranici splývavé plochy, průměr splývavé plochy, horní hranici splývavé plochy, počet měření, variační koeficient, MIN, MAX

## 2. měření vzorků KZ 1-20

Vzorky KZ 1-20 byly měřeny pětkrát po sobě z rubní strany. Vzorek byl položen na podstavec a následně vyfotografován. Obraz splývavé plochy byl přenesen do počítače o pomoci programu Matlab® jsme získali hodnoty CI, směrodatná odchylka, dolní hranice splývavé plochy, průměr splývavé plochy, horní hranice splývavé plochy, počet měření, variační koeficient, MIN, MAX. Tyto data jsou zobrazena v tabulce v příloze-2. Na grafu č.2 jsou graficky znázorněny jednotlivé intervaly měření pro všech 20 vzorků z rubní strany a znázorněna průměrná hodnota měření pro všechny vzorky KZ 1-20. Z grafu je vidět, že vzorek č. 5, 8 a 14 mají rozptýl intervalu naměřených hodnot nejširší a to téměř 20 cm<sup>2</sup>. Naopak je tomu například vzorek KZ 4 a 15 kterým naměřené hodnoty leží v intervalu okolo 5 cm<sup>2</sup>.



Graf č.2: KZ 1-20 5 měření-rub.

Byly vyhodnoceny průměry splývajících ploch vzorku v  $\text{cm}^2$ , které jsou vhodnějším ukazatelem než obvod splývajícího vzorku. Intervaly průměru splývajících ploch z rubu se pohybují od  $382 \text{ cm}^2$  do  $408 \text{ cm}^2$ .

## 1-2. měření porovnání hodnot rub a líc KZ 1-20

Lícní strany vzorků leží v intervalu od  $385 \text{ cm}^2$  do  $406 \text{ cm}^2$ . Rubní strany vzorků leží v intervalu od  $382 \text{ cm}^2$  do  $408 \text{ cm}^2$ .

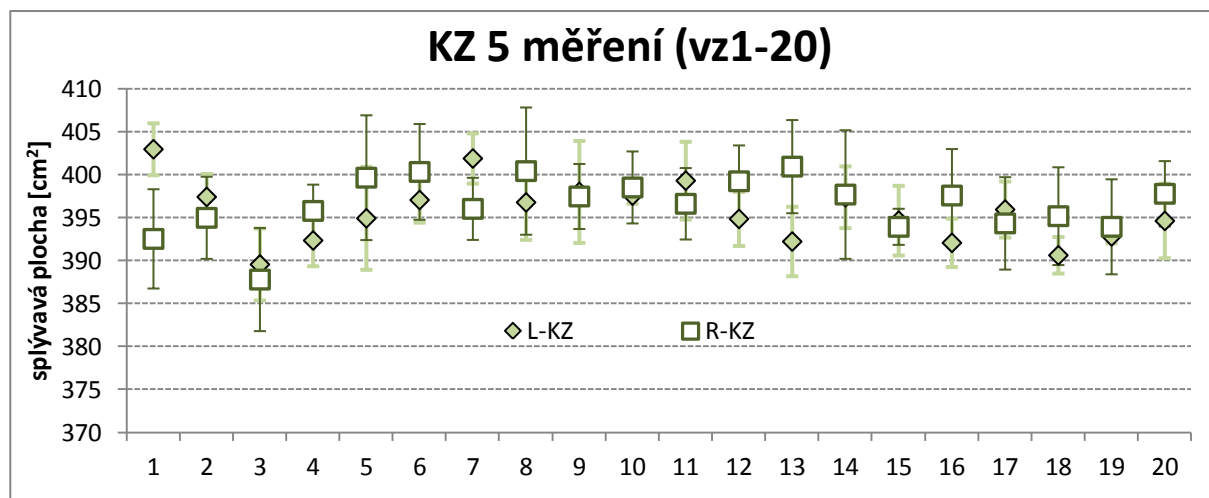
Od intervalu vybočuje vzorek-3, jak je možné vidět na grafu č.3, jehož hodnoty vybočují od zbývajících hodnot vzorků. Výsledky, které vyšly jak z lícní tak z rubní strany. Naopak to mu je například vzorek č.1, který má horní a dolní hranici splývajících ploch lícní a rubní strany splývavého tvaru v širokém intervalu a to v rozmezí  $20 \text{ cm}^2$ .

Příčinou těchto výkyvů hodnot mohou být například jiné podmínky pro měření vzorku, jako je například posun přístroje, jiné osvětlení, intenzita osvětlení a lidská nepozornost.

Důležitou roli v tomto případě hraje, jak je tkanina utkána, zda-li nemá na ploše nějaké kazy. V tomto případě jsem žádnou vadu ani kaz na tkanině neshledala.

U většiny vzorků jsou hodnoty z líce i rubu téměř stejné liší se jen o řádově jednotky pár  $\text{cm}^2$ . Intervaly se z lícní i rubní strany z 95% všech vzorků překrývají. Průměrné hodnoty u každého vzorku se z lícní i rubní strany ve 30 % z všech 20 měření překrývají.

Podle mé úvahy se toto měření, jeho hodnoty splývajících ploch, počet laloků a obvod vzorků se může jevit jako náhodná veličina.



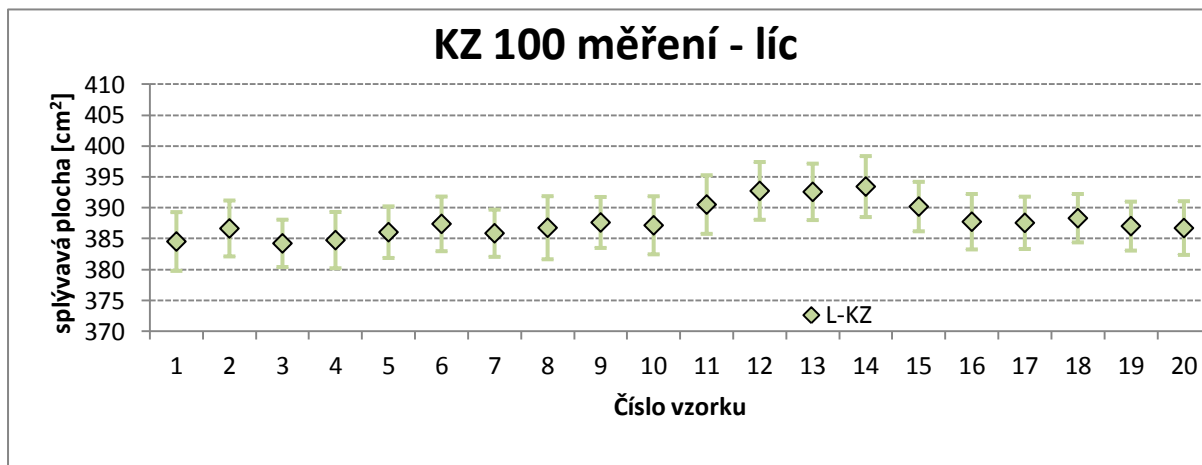
Graf č.3: KZ 1-20 5 měření líc a rub.

### 3. měření vzorků KZ 1-20

Vzorky KZ 1-20 byly položeny na podstavec, vysunuty směrem nahoru a spuštěny směrem dolů. Na každém vzorku byl tento proces stokrát opakován. Vzorek byl měřen z lící strany. Po každém spuštění byl vzorek vyfotografován a fotografie přenesena do počítače, kde byla vyhodnocena pomocí programu Matlab®. Získané hodnoty: průměr splývavé plochy, směrodatná odchylka, CI, dolní hranice obsahu splývavé plochy, horní hranice splývavé plochy, počet měření, variační koeficient, MIN, MAX jsou zaznamenány v tabulce v příloze-3.

Pro toto měření jsme získaly 2000 tisíce fotografií se splývajícími tvary pro dvacet vzorků. Z měření jednoho vzorku vyšlo 100 hodnot pro obsah splývavé plochy, obvod splývavé plochy a počet laloků. Hodnoty jsme zprůměrovaly, abychom nepočítali s velkým množstvím získaných dat.

Na grafu č.4, je vidět, že intervaly naměřených hodnot jednotlivých měření jsou téměř stejné. Z tohoto měření se od uspokojivého intervalu vychylují vzorky KZ 12-13-14. Příčinou těchto rozdílů, může být měření těchto vzorků v jiný den, než byly naměřeny vzorky KZ 1-10. Vzorky KZ 10-20, mohly mít jiné podmínky pro toto měření jako je intenzita světla, vlhkost vzduchu, jiné denní světlo a jiné podmínky, které nejdou ovlivnit.



Graf č.4: KZ 1-20 100 měření-líc.

Na grafu č.3, jsou znázorněny intervaly měření. Z grafu je vidět, že výsledky KZ 1-10 mají téměř stejné výsledky, leží v intervalu od 380 cm² do 392 cm². Naopak jsou tomu vzorky KZ 11-15, které leží v intervalu od 388 cm² do 399 cm². Vzorky KZ 15-20 se pohybují opět ve velmi podobném intervalu od 383 cm² do 394 cm² jako vzorky KZ 1-10.

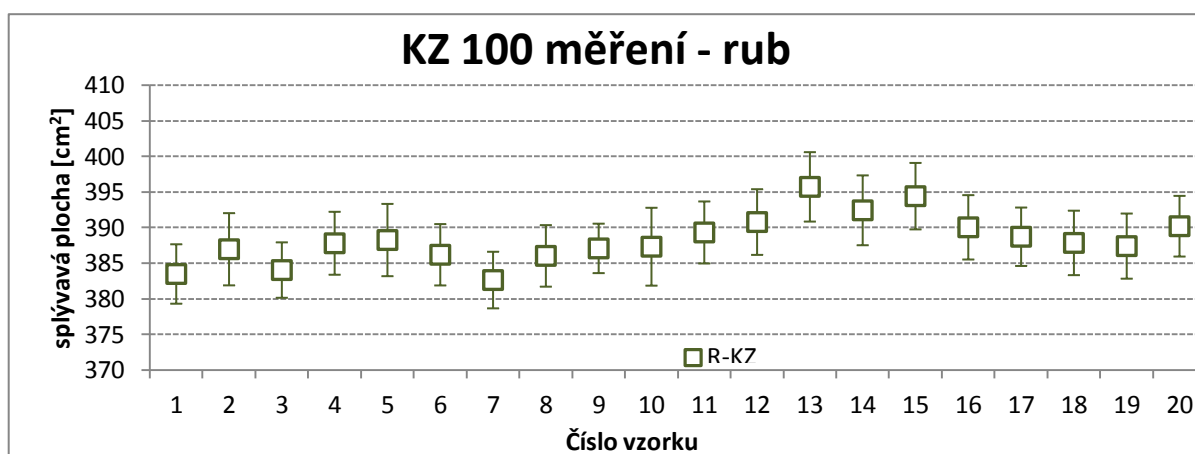


Toto měření vyžaduje správnou manipulaci se vzorkem, a pečlivost experimentátora. Již v diplomové práci Petry Zákravské, byl navržen automatický zdvih podstavce se vzorkem. To by bylo velkým přínosem pro tuto novou metodu měření splývavosti. Jak je vidět už z měření 20-ti vzorků dvěma způsoby, jsou obě měření téměř stejná. V tomto případě se dá i tvrdit, že nová metoda je opravdu přesnější a při měření jednoho vzorku podstatně rychlejší.

#### 4. měření vzorků KZ 1-20

Vzorky KZ 1-20 byly položeny na podstavec, vysunuty směrem nahoru a spuštěny směrem dolů. Na každém vzorku byl tento proces stokrát opakován. Vzorek byl měřen z rubní strany. Po každém spuštění byl vzorek vyfotografován a fotografie splývavé plochy přenesena do počítače, kde byla vyhodnocena v programu Matlab®. Získané hodnoty CI, směrodatná odchylka, dolní hranice obsahu splývavé plochy, průměr splývavé plochy, horní hranice splývavé plochy, počet měření, variační koeficient, MIN, MAX jsou zobrazeny v tabulce v příloze-4.

Pro toto měření jsme získaly také 2000 tisíce fotografií pro dvacet vzorků. Z měření jednoho vzorku vyšlo 100 hodnot pro každý parametr obsahu splývavé plochy, obvodu a počtu laloků. Hodnoty byly zprůměrovány, abychom nepočítali s velkým množstvím získaných dat. Z toho měření, jak je vidět na grafu č.5, nemáme tak uspokojivé výsledky jako z předchozího měření z lící strany. Intervaly naměřených hodnot jsou v širokém rozpětí a to od 378 cm<sup>2</sup> do 401 cm<sup>2</sup>. Průměry naměřených hodnot jednotlivých vzorků nejsou uspořádány jako hodnoty z předchozího měření. Přesto intervaly jednotlivých vzorků KZ 1-20 mají téměř stejný rozptyl naměřených dat.

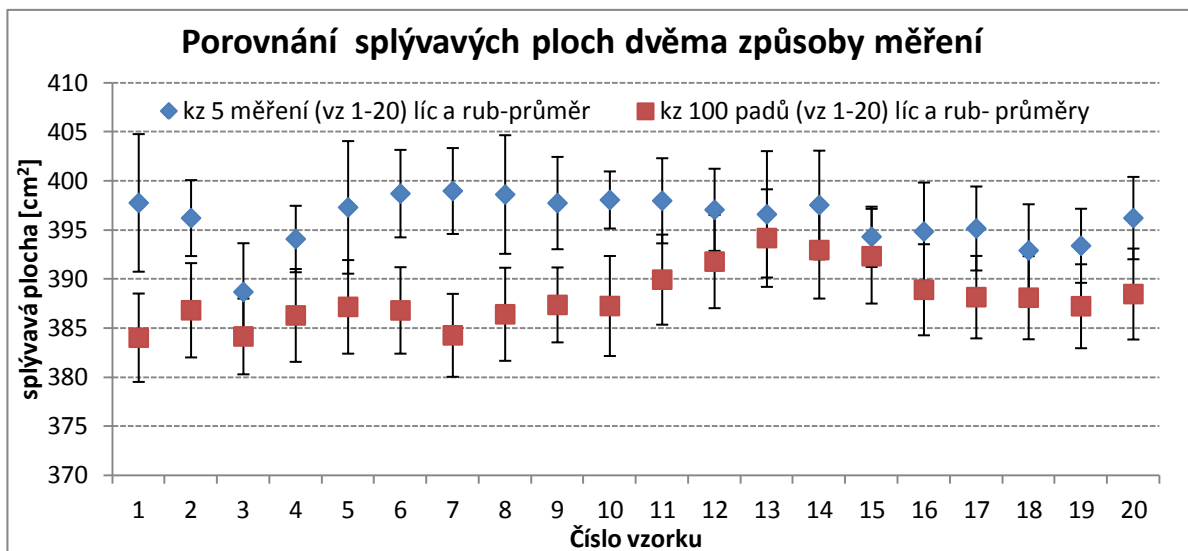


Graf č.5: KZ 1-20 100 měření-rub.

## Porovnání splývavých ploch pro dva způsoby měření (pět položení versus stokrát opakované namáhání):

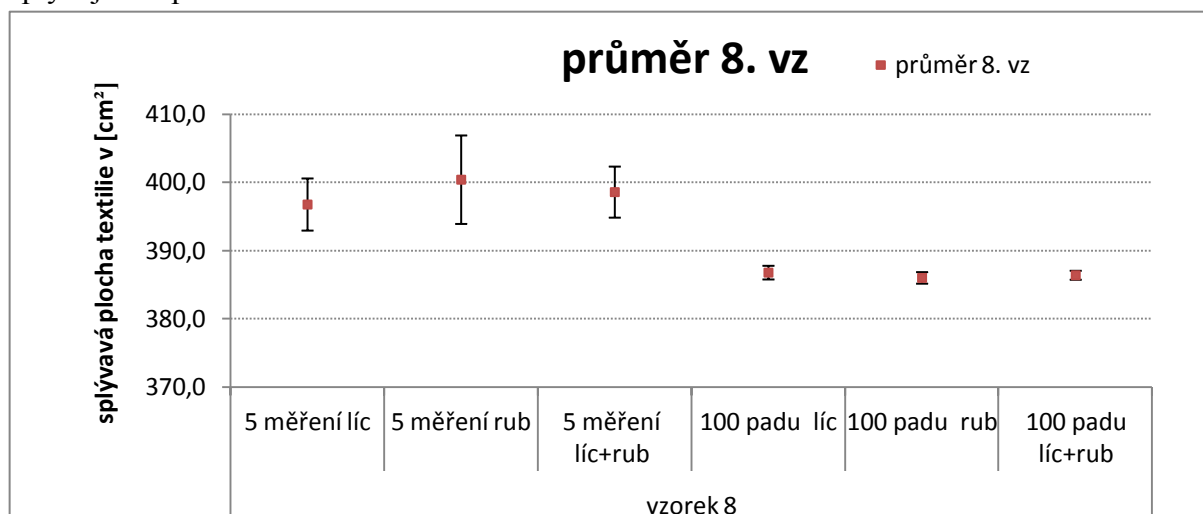
Na grafu č.6, jsou zachyceny hodnoty splývajících ploch oběma metodami. Hodnoty získané měřením dosud standardní metodou a to znamená získání hodnot měření vzorku 5x po sobě z lící i rubní strany. Na grafu jsou zaznamenány průměry hodnot z lící i rubní strany tohoto měření. A průměrné hodnoty lící a rubní strany získané novou dynamickou metodou, která spočívá v naměření jednoho vzorku 100x, přesto že bylo 100x po sobě naměřeno všech 20 vzorků, pracujeme s hypotézou porovnání výsledků dvěma metodami a to doposud standardně užívané metody měření a novou dynamickou metodou.

Výsledky obou metod jsou velice podobné. Intervaly se u 60% vzorků překrývají. Jak je možné vidět na grafu č.6. Rozptyl naměřených hodnot dvěma metodami je nepatrně odlišný. Pro nás uspokojivé výsledky přineslo měření nové dynamické metody. Průměrné hodnoty lící i rubní strany měření pěti položení pro dvacet vzorků jsou 396,1 cm<sup>2</sup>. Průměrné hodnoty měření pro 100 padů z líce a rubu je 388,1 cm<sup>2</sup>. Dá se říct, že hodnoty novou dynamickou metodou se jeví jako ustálený celek, nikoliv jako náhodný jev jak je možné tvrdit u doposud standardně užívané metody s malým počtem měření. Rozptyl intervalu naměřených hodnot dvaceti vzorků líc+rub standardní metodou je 382 cm<sup>2</sup>-408 cm<sup>2</sup>. A novou dynamickou metodou 378 cm<sup>2</sup>-401 cm<sup>2</sup>.



Graf č.6: Porovnání splývavých ploch dvěma způsoby měření vzorků KZ 1-20.

Pracujeme s hypotézou, že lze z malého počtu kruhových vzorků, použitím nové dynamické metody měření splývavosti získat uspokojivé výsledky o parametru splývavosti textilie. Proto jsem z tohoto měření vybrala jeden vzorek, kde je graficky znázorněny průměry splývavících ploch textilií oběma metodami z líce a rubu.



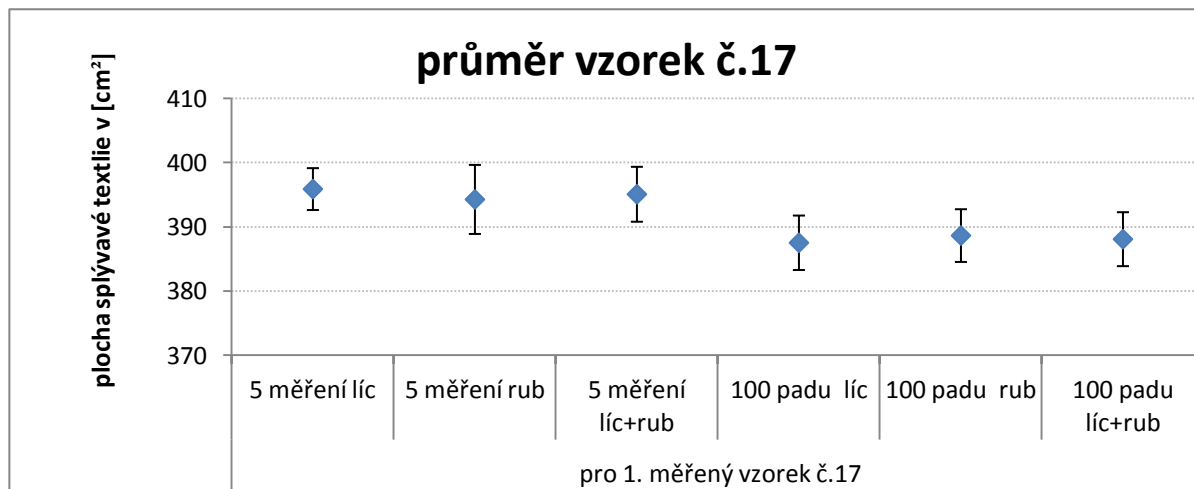
Graf č.7: Znárodně interval naměřených hodnot vzorku KZ-8 a jeho průměr hodnot oběma metodami.

Na grafu č.7 jsou zaznamenány průměry splývavé plochy vzorku KZ-8. Z grafu je patrné, že dopusud standardně užívaná metoda má rozptil hodnot průměru měření v intervalu až 12 cm², než hodnoty nové dynamické metody měření splývavosti které leží v intervalu kolem 2 cm². V tabulce v příloze-5 je znázorněna tabulka s hodnotami pro vzorek KZ-8, kde jsou zaznamenány data pro CI, směrodatnou odchylku, dolní hranici splývavé plochy, průměr splývavé plochy, horní hranici, počet měření, variační koeficient, MIN, MAX a v procentech vyjádřen úbytek plochy.

Aby se tento vzorek nejevil jako náhodný, byl vybrán ještě jeden vzorek kde hodnoty v rámci dvou metod obdobně jako u vzorku KZ-8

Byl vybrán vzorek KZ-17. Měření opět dopadlo dle našich očekávání. Obě měření a jeho hodnoty leží v malém intervalu, a lze konstatovat, že výsledek měření nové dynamické metody má pro nás více uspokojivé výsledky, a možno z této metody vyhodnocovat a získávat hodnoty pro splývavost textilií. Na grafu č.8 je vidět, že 5 měření- rub je rozptil intervalu opět téměř 12 cm² . U tohotu vzorku nové dynamické metody měření splývavosti se interval naměřených hodnot oproti vzorku KZ-8 rozšířil, ale stále tato metoda je přesnější než metoda dopusud standardně užívaná.

V příloze č.6 jsou znázorněny hodnoty vzorku KZ-17, kde jsou zaznamenány data pro CI, směrodatnou odchylku, doní hranici splývavé plochy, průměr splývavé plochy, horní hranici, počet měření, variační koeficient, MIN, MAX a v procentech vyjádřen úbytek plochy.

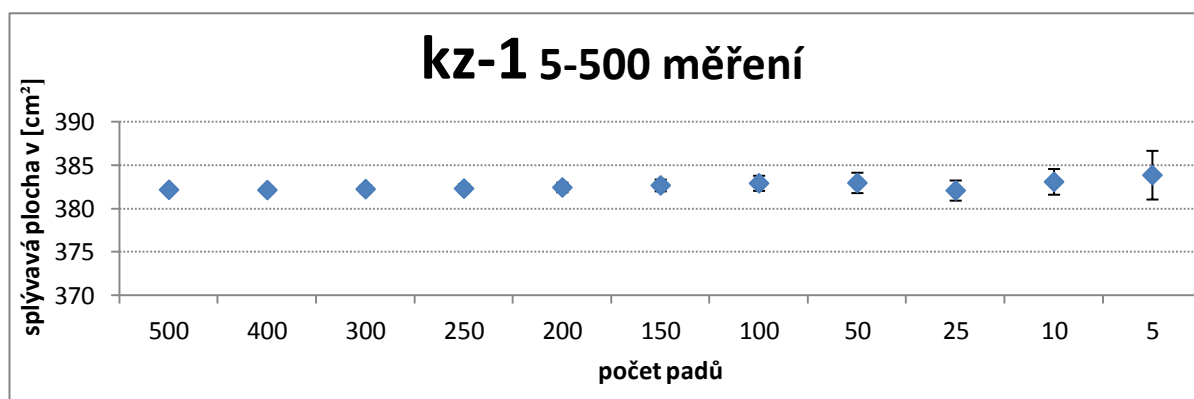


Graf č.8: Znázorněn interval naměřených hodnot vzorku KZ-17 a jeho průměr hodnot oběma metodami.

## 5. měření vzorku KZ-1

Z měření lze usoudit, čím více je vzorek dynamicky namáhán ve vertikální poloze, tím menší je interval pro různý počet od 5-500 měření.

Na grafu č.9, jsou znázorněny změny ploch po různém počtu měření. Je patrné, že se plochy s přibývajícím měřením vykazují hodnoty téměř totožné. Z tohoto měření plyne, že větší počet vzorků po pěti měřeních se může jevit jako náhodné hodnoty. Kdežto sto měření a více se jeví jako ustálený soubor hodnot. Hodnoty z tohoto měření jsou uspokojivé a nejeví se jako náhodný jev a lze je používat pro hodnocení splývavosti textilií

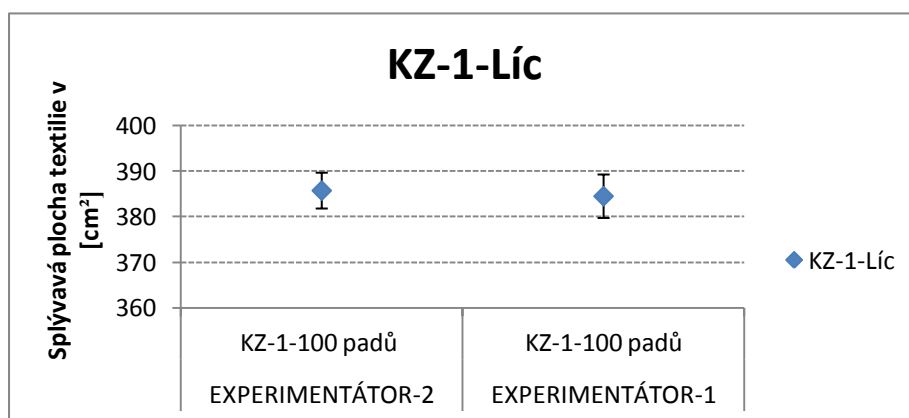


Graf č.9: KZ-1 5-500 měření.

## 6. měření – dva experimentátoři - vzorek KZ-1

Tento experiment byl proveden dvěma experimentátory. Postup měření byl stejný, jako v měření číslo tři s tím, že experiment byl proveden pouze na jednom vzorku po lící straně. Vzorek KZ 1 byl položen na podstavec, vysunut směrem nahoru a spuštěn směrem dolů, tento proces byl stokrát opakován. Vzorek byl měřen z lící strany. Po každém spuštění byl vzorek fotografován, fotografie byla přenesena do počítače a následně vyhodnocena pomocí programu Matlab®. Výsledky měření, průměr plochy splývavého tvaru od obou experimentátorů, jsou uvedeny v grafu č. 10. Druhý experimentátor obdržel průměrnou hodnotu plochy 385,77cm<sup>2</sup> a první experimentátor pak průměrnou hodnotu plochy 384,54cm<sup>2</sup>. Hodnoty se od sebe liší o 1,23 cm<sup>2</sup>. Intervaly se téměř překrývají.

Vertikální pohyb vzorku je adekvátnějším způsobem získávání dat, na vytvoření splývavé plochy nemá vliv experimentátor. Kdežto u měření- sto položení ano. Při dynamickém měření zůstávají konstantní podmínky, které se nijak nemění, jako je rychlost a dráha. Na výsledcích je patrné, že pokud je vzorek dynamicky namáhán, je jeho průměrná plocha splývání menší než, když je vzorek textilie položen na kruhový disk. Rozdíl hodnot je ale tak malý, že je v rámci měření zanedbatelný.



Graf č.10: Reprodukovatelnost měření.

	EXPERIMENTÁTOR-2	EXPERIMENTÁTOR-1
KZ-1-Líc	KZ-1-100 padů	KZ-1-100 padů
CI	0,77	0,93
odchylka	3,92	4,76
DH	385,00	383,60
průměr pr	385,77	384,54
HH	386,54	385,47
počet	100,00	100,00
V	0,01	0,01
MIN	377,86	374,89
MAX	397,41	395,61

Tabulka č.1: Zaznamenané hodnoty dvou experimentátor.

## 4. ZÁVĚR

Cílem práce bylo potvrdit nebo vyvrátit následující hypotézu.

„Lze z malého množství vzorků, které budeme opakovaně vertikálně namáhat, zjistit adekvátní hodnotu splývavého koeficientu?“

Experimentální část byla zahájena měřením splývavosti tkaniny vlnářského typu. Bylo vystřiženo 20 kruhových vzorků s průměrem 30 cm. Obecně platí, že k dosažení větší přesnosti měření, je třeba provést větší počet měření. Klasická metoda měření splývavosti se provádí obvykle tak, že se změří minimálně tři až pět vzorků textilie, přičemž každý vzorek je měřen alespoň pětkrát po sobě. Nově navržená dynamická metoda spočívá v naměření jednoho vzorku sto krát po sobě. Tato metoda, založená na principu vertikálního namáhání vzorku, má simulovat reálné namáhání textilie, respektive splývání textilie při jejím nošení. Vzorek proto není, jako u klasických dynamických metod, roztáčen, nýbrž je dynamicky namáhán ve vertikálním směru.

Splývavost textilie v našem případě byla prověřována z hodnoty obsahu plochy splývavého tvaru. Bylo zkoumáno, zda je možné z malého počtu proměřených vzorků, které jsou opakovaně namáhány, vypočítat adekvátní výsledek hodnoty koeficientu splývavosti. Pokud by se potvrdila hypotéza, znamenalo by to velkou úsporu materiálu a času při zjišťování hodnoty koeficientu splývavosti.

Porovnáme-li průměr plochy splývavých tvarů získaných z měření klasickým způsobem (pět opakovaných položek) s průměrem plochy splývavého tvaru získaným z nově navržené metody (vertikální namáhání vzorku stokrát za sebou), liší se od sebe uvedené hodnoty pouze o 2,06 procent.

Pro porovnání uvedených dvou metod byl také použit program STATISTIKA. Nejprve byl proveden test normality a následně analýza rozptylů, výsledky jsou uvedeny v příloze-8. Z výsledků vyplývá, že nová metoda přináší srovnatelné výsledky v porovnání s metodou klasickou. V tomto případě se dá tvrdit, že nová metoda vzhledem k počtu naměřených dat je přesnější, jak je vidět také na grafu 6 a 7, při porovnání průměrných hodnot naměřených z obou měření lící a rubní strany.

Zajímavé poznatky se ukázaly i z experimentu provedeného na vzorku KZ-1, který byl proměřen pětsetkrát po sobě. Porovnáme-li splývavé plochy pro pět opakovaných padů a pro pět set padů, graf č.8, je patrné, že s přibývajícím počtem opakovaného namáhání textilie se hodnota intervalu spolehlivosti splývavé plochy zužuje. Průměrná hodnota splývavé plochy se liší pouze o 3,66 procent. Porovnáme-li hodnoty průměru ploch pro sto padů a pětset padů, činí jejich rozdíl 1,57 procent. Z toho vyplývá, že dostačující hodnota počtu opakování je sto.

Provedená měření na nově navrženém přístroji jsou reprodukovatelná, což bylo potvrzeno posledním experimentem, kdy stejné měření prováděli dva experimentátoři. Zjištěná hodnota plochy průměru se lišila pouze o 0,32 procent. Výsledek je potvrzen i statistickou metodou -analýzy rozptylů.

Výsledkem měření je, že s častějším opakováním měření, tj. na jednom vzorku sto krát došlo k menšímu rozptylu naměřených dat a tím pádem i k větší přesnosti výsledku. Na velké počtu naměřených dat lze také přesněji pozorovat chování laloků.

Výsledky provedených experimentů potvrzují, že nová metoda, přináší stejné, dá se říci, že i spolehlivější výsledky, než metoda klasická a lze tedy napsat, že nová dynamická metoda měření splývavosti přináší přesnější výsledky, než metoda doposud standardně užívaná a může být materiálově a časově úspornější.

Pro potvrzení hypotézy bychom však potřebovali provést experiment na plně automatizovaném přístroji pro měření splývavých tvarů, protože jak se ukázalo, lidský faktor ovlivnil některé výsledky měření, což způsobilo vybočení dat u některých vzorků.

## Seznam literatury

- [1] ČSN 80 0835. Zkoušení splývavosti plošných textilií průmětem. 1971.
- [2] KOVAČIČ, V. Textilní zkušebnictví 2, 1. Vydání, Liberec, Katedra textilních materiálů, Technická univerzita v Liberci 2004. ISBN 80-70083-825-6
- [3] ZÁKRAVSKÁ, P, Porovnání klasické metody měření splývavosti s inovovanou metodou. Diplomová práce. Liberec 2013. Technická univerzita v Liberci. Katedra hodnocení textilií.
- [4] PĚNIČKOVÁ, V, Anizotropie ohybu textilií a splývavosti textilií. Bakalářská práce. Liberec 2012. Technická univerzita v Liberci. Katedra hodnocení textilií.
- [5] HES, L., SLUKA, P. Úvod do komfortu textilií. Liberec, Katedra hodnocení textilií, Technická univerzita v Liberci, 2005
- [6] KOVÁŘ, R, Struktura a vlastnosti plošných textilií. 1 Vydání. Liberec. Technická univerzita v Liberci, 2003. ISBN 80-7687-676-8.
- [7] INTERNÍ NORMA č. 23-202-01/01. Splývavost tkanin. Ohyb přes ostrý roh. Liberec. 2003
- [8] DUDOVÁ, M. Vliv anizotropie ohybové tuhosti na splývavost tkanin. Diplomová práce. Liberec, 2012. Technická univerzita v Liberci. Katedra hodnocení textilií.
- [9] What is drape? Cusick Drape Test [online]. [vid. 2014-3-28]. Dostupné z WWW: <<http://textilelearner.blogspot.cz/2014/03/what-is-drape-cusick-drape-test.html>>.



### **Seznam obrázků:**

- Obr. 1:** Schéma Cusikova drapameteru.
- Obr. 2:** Horní pohled na tvar splývajícího vzorku.
- Obr. 3:** Vazba tkaniny.
- Obr. 4:** Označený vzorek textilie.
- Obr. 5:** Přístroj na kterém byl experiment prováděn.

### **Seznam tabulek:**

- Tabulka 1:** Zaznamenány hodnoty dvou experimentátorů.

### **Seznam grafů:**

- Graf č.1:** KZ 1-20 5 měření-líc.
- Graf č.2:** KZ 1-20 5 měření-rub.
- Graf č.3:** KZ 1-20 5 měření líc a rub.
- Graf č.4:** KZ 1-20 100 měření-líc.
- Graf č.5:** KZ 1-20 100 měření-rub.
- Graf č.6:** Porovnání splývajících ploch dvěma způsoby měření vzorků KZ 1-20.
- Graf č.7:** Znázorněn interval naměřených hodnot vzorku KZ-8 a průměr hodnot oběma metodami.
- Graf č.8:** Znázorněn interval naměřených hodnot vzorku KZ-17 a průměr hodnot oběma metodami.
- Graf č.9:** Vzorek KZ-1 5-500 měření.
- Graf č.10:** Reprodukovatelnost měření vzorku KZ-1.

## **Seznam příloh:**

- Příloha-1:** Hodnoty vzorků KZ 1-20 pěti měření-lícní strana.
- Příloha-2:** Hodnoty vzorků KZ 1-20 pěti měření-rubní strana.
- Příloha-3:** Hodnoty vzorků KZ 1-20 sto padů-lícní strana.
- Příloha-4:** Hodnoty vzorků KZ 1-20 sto padů-rubní strana.
- Příloha-5:** Tabulka se získanými hodnotami komplexního měření vzorku KZ-8.
- Příloha-6:** Tabulka se získanými hodnotami komplexního měření vzorku KZ-17.
- Příloha-7:** Parametry pro nastavení v programu MATLAB®.
- Příloha-8:** Statistické zpracování hodnot naměřených novou metodou KZ 1-20 líc a rub.

# **PŘÍLOHY**

## Příloha-1

Hodnoty vzorků KZ 1-20 pěti měření z lícní strany.

	KZ-1	KZ-2	KZ-3	KZ-4	KZ-5	KZ-6	KZ-7	KZ-8	KZ-9	KZ-10	KZ-11	KZ-12	KZ-13	KZ-14	KZ-15	KZ-16	KZ-17	KZ-18	KZ-19	KZ-20
CI	2,65	2,34	3,67	2,63	5,25	2,31	2,56	3,82	5,20	0,83	3,97	2,76	3,54	3,15	3,55	2,47	2,86	1,87	0,71	3,81
odchylka	3,02	2,67	4,18	3,00	5,99	2,64	2,92	4,36	5,93	0,95	4,52	3,15	4,04	3,60	4,05	2,82	3,26	2,13	0,81	4,34
DH	400,29	395,05	385,87	389,69	389,65	394,72	399,30	392,93	392,77	396,71	395,31	392,07	388,66	394,20	391,07	389,58	393,06	388,73	392,08	390,79
průměr pro	402,9	397,4	389,5	392,3	394,9	397,0	401,9	396,8	398,0	397,5	399,3	394,8	392,2	397,3	394,6	392,0	395,9	390,6	392,8	394,6
HH	405,58	399,73	393,20	394,96	400,15	399,35	404,42	400,58	403,17	398,38	403,25	397,59	395,74	400,50	398,18	394,52	398,78	392,47	393,51	398,41
počet	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
V	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
MIN	399,68	394,10	384,30	389,07	391,23	393,65	397,40	391,80	391,99	396,25	394,91	391,79	386,91	393,80	389,90	389,58	392,08	387,63	391,99	389,18
MAX	407,51	400,93	394,81	397,26	405,45	400,52	404,79	401,62	406,13	398,85	406,82	399,82	396,46	403,20	400,40	395,24	399,10	393,00	394,11	399,97

## Příloha-2

Hodnoty vzorků KZ 1-20 pěti měření z rubní strany.

	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB
CI	5,06	4,19	5,26	2,68	6,36	4,88	3,17	6,49	3,32	3,67	3,65	3,66	4,75	6,56	1,84	4,74	4,71	4,99	4,85	3,34
odchylka	5,77	4,78	6,00	3,06	7,26	5,57	3,61	7,40	3,79	4,19	4,16	4,17	5,42	7,48	2,10	5,41	5,38	5,69	5,53	3,80
DH	387,45	390,77	382,52	393,08	393,27	395,41	392,84	393,90	394,12	394,82	392,95	395,56	396,17	391,11	392,07	392,81	389,60	390,16	389,07	394,42
průměr pro	392,5	395,0	387,8	395,8	399,6	400,3	396,0	400,4	397,4	398,5	396,6	399,2	400,9	397,7	393,9	397,6	394,3	395,2	393,9	397,8
HH	397,57	399,15	393,03	398,44	405,99	405,18	399,17	406,88	400,76	402,16	400,24	402,87	405,67	404,22	395,75	402,29	399,02	400,14	398,76	401,09
počet	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
V	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
MIN	384,90	387,67	381,57	390,73	389,13	391,10	390,48	394,39	392,80	392,78	391,96	394,68	396,05	390,59	390,44	391,14	386,33	390,69	384,76	392,37
MAX	398,57	399,71	395,54	398,28	407,42	404,67	399,96	412,03	403,18	402,82	403,15	404,89	409,01	408,16	395,86	403,18	399,38	404,88	398,35	402,94

### Příloha-3

Hodnoty vzorků KZ 1-20 sto padů z lící strany.

	KZ-1	KZ-2	KZ-3	KZ-4	KZ-5	KZ-6	KZ-7	KZ-8	KZ-9	KZ-10	KZ-11	KZ-12	KZ-13	KZ-14	KZ-15	KZ-16	KZ-17	KZ-18	KZ-19	KZ-20
ci	0,93	0,89	0,75	0,89	0,82	0,87	0,75	1,00	0,81	0,92	0,93	0,92	0,90	0,97	0,79	0,88	0,83	0,77	0,78	0,85
odchylka	4,76	4,53	3,83	4,56	4,18	4,43	3,83	5,11	4,13	4,71	4,75	4,68	4,57	4,94	4,01	4,49	4,24	3,92	3,96	4,35
DH	383,60	385,76	383,49	383,87	385,23	386,52	385,12	385,76	386,81	386,24	389,59	391,82	391,69	392,47	389,41	386,86	386,73	387,55	386,25	385,86
průměr pro	384,5	386,6	384,2	384,8	386,0	387,4	385,9	386,8	387,6	387,2	390,5	392,7	392,6	393,4	390,2	387,7	387,6	388,3	387,0	386,7
HH	385,47	387,54	384,99	385,65	386,87	388,26	386,62	387,77	388,43	388,08	391,45	393,65	393,48	394,40	390,98	388,62	388,39	389,08	387,81	387,57
počet	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
v	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
MIN	374,89	377,39	374,84	376,42	377,53	376,87	378,44	378,16	376,94	377,69	382,64	382,42	382,63	382,68	381,57	378,21	376,60	380,65	378,43	378,30
MAX	395,61	398,08	393,86	397,93	398,47	400,01	397,79	401,67	399,89	398,92	405,95	404,97	405,95	409,50	400,80	399,30	399,01	402,68	397,28	396,35

### Příloha-4

Hodnoty vzorků KZ 1-20 sto padů z rubní strany.

	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB	RUB
ci	0,82	0,99	0,76	0,87	1,00	0,85	0,78	0,85	0,68	1,07	0,85	0,90	0,96	0,96	0,92	0,89	0,80	0,89	0,90	0,84
odchylka	4,18	5,08	3,90	4,42	5,08	4,31	3,98	4,32	3,47	5,47	4,36	4,62	4,88	4,91	4,67	4,52	4,11	4,53	4,58	4,26
DH	382,63	385,93	383,24	386,90	387,22	385,31	381,82	385,15	386,36	386,21	388,43	389,85	394,74	391,44	393,47	389,12	387,88	386,93	386,47	389,33
průměr pro	383,4	386,9	384,0	387,8	388,2	386,2	382,6	386,0	387,0	387,3	389,3	390,8	395,7	392,4	394,4	390,0	388,7	387,8	387,4	390,2
HH	384,27	387,92	384,76	388,63	389,22	387,00	383,37	386,84	387,73	388,36	390,14	391,65	396,65	393,36	395,30	390,90	389,49	388,70	388,26	391,00
počet	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
v	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
MIN	376,17	374,67	375,28	379,01	377,36	377,01	374,45	376,20	380,03	377,13	379,61	377,70	386,92	382,72	385,08	379,57	377,41	378,69	379,08	379,56
MAX	394,26	399,25	394,77	400,34	399,71	396,95	392,93	398,19	396,18	401,97	400,78	405,16	410,46	404,31	406,88	402,16	398,23	398,69	400,62	400,12

### Příloha-5

Tabulka se získanými hodnotami komplexního měření vzorek KZ-8

8	pro 1 měřený vzorek č.8					
	5 měření líc	5 měření rub	5 měření líc+rub	100 padu líc	100 padu rub	100 padu líc+rub
CI	3,82	6,49	3,74	1,00	0,85	0,66
odchylka	4,36	7,40	6,04	5,11	4,32	4,74
DH	392,9	393,9	394,8	385,8	385,1	385,7
Průměr	396,8	400,4	398,6	386,8	386,0	386,4
HH	400,6	406,9	402,3	387,8	386,8	387,0
počet	5	5	10	100	100	200
V	1,1%	1,8%	1,5%	1,3%	1,1%	1,2%

### Příloha-6

Tabulka se získanými hodnotami komplexního měření vzorku KZ-17

17	pro 1. měřený vzorek č.17					
	5 měření líc	5 měření rub	5 měření líc+rub	100 padu líc	100 padu rub	100 padu líc+rub
CI	2,86	4,71	2,65	0,83	0,80	0,58
odchylka	3,26	5,38	4,28	4,24	4,11	4,20
DH	393,06	389,60	392,47	386,73	387,88	387,54
Průměr	395,92	394,31	395,12	387,56	388,68	388,12
HH	398,78	399,02	397,77	388,39	389,49	388,70
počet	5,00	5,00	10,00	100,00	100,00	200,00
V	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

### Příloha-7

**Parametry pro nastavení v MATLABU®:**

měřítka: 320

I=I(1;960,140;1100,:);%VYŘEZ

Ibw=im2bw(Ir,0.15)

IT=im2bw(Ir,0.5);%citlivost střed

Soubor: obsah-laloky.m

## Příloha -8

*Statistické zpracování hodnot naměřených novou metodou KZ 1-20 lic a rub.*

Klasické parametry :										
Název sloupce :	L-kz1	L-kz2	L-kz3	L-kz4	L-kz5	L-kz6	L-kz7	L-kz8	L-kz9	L-kz10
Průmír :	385	387	384	385	386	387	386	387	388	387
Spodní mez :	383,64	385,73	383,45	383,85	385,28	386,54	385,09	385,72	386,81	386,22
Horní mez :	385,54	387,53	384,99	385,67	386,94	388,32	386,61	387,76	388,45	388,08
Rozptyl :	22,73	20,50	14,94	20,97	17,63	19,98	14,82	26,40	17,04	21,89
Smír. odchylka :	4,77	4,53	3,87	4,58	4,20	4,47	3,85	5,14	4,13	4,68
Šikmost	0,173	0,344	0,203	0,378	0,577	0,506	0,296	0,729	0,279	0,442
Odchylka od 0 :	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Významná	Významná	Nevýznamná	Významná	Nevýznamná	Nevýznamná
Špiěatost :	2,40	2,77	2,69	2,59	3,32	3,39	2,98	2,92	3,35	2,54
Odchylka od 3 :	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná
Polosuma	386	388	385	387	388	389	388	390	389	389
Modus :	383	386	384	383	386	386	386	385	386	384
t-test										
Testovaná hodnota :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rozdíl :	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný
Vypoětený :	806,69	853,96	994,01	840,17	919,46	866,65	1002,44	752,74	938,94	827,55
Teoretický :	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984
Pravděpodobnost :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Konfidenění interval levý:	383,80	385,88	383,58	384,00	385,41	386,69	385,21	385,89	386,94	386,37
Konfidenění interval pravý:	385,38	387,38	384,86	385,52	386,81	388,17	386,49	387,59	388,32	387,93
Test normality :										
Název sloupce :	L-kz1	L-kz2	L-kz3	L-kz4	L-kz5	L-kz6	L-kz7	L-kz8	L-kz9	L-kz10
Průmír :	384,59	386,63	384,22	384,76	386,11	387,43	385,85	386,74	387,63	387,15
Rozptyl :	22,73	20,50	14,94	20,97	17,63	19,98	14,82	26,40	17,04	21,89
Šikmost	0,173	0,344	0,203	0,378	0,577	0,506	0,296	0,729	0,279	0,442
Špiěatost :	2,40	2,77	2,69	2,59	3,32	3,39	2,98	2,92	3,35	2,54
<b>Normalita :</b>	<b>Přijata</b>	<b>Přijata</b>	<b>Přijata</b>	<b>Přijata</b>	<b>Přijata</b>	<b>Přijata</b>	<b>Přijata</b>	<b>Zamítnuta</b>	<b>Přijata</b>	<b>Přijata</b>
Vypoětený :	0,717	2,332	0,955	2,712	5,033	4,186	1,828	6,805	1,647	3,441
Teoretický :	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99
Pravděpodobnost :	0,699	0,312	0,620	0,258	0,081	0,123	0,401	0,033	0,439	0,179

Klasické parametry :										
Název sloupce :	L-kz11	L-kz12	L-kz13	L-kz14	L-kz15	L-kz16	L-kz17	L-kz18	L-kz19	L-kz20
Průmír :	391	393	393	393	390	388	388	388	387	387
Spodní mez :	389,61	391,78	391,70	392,43	389,38	386,90	386,71	387,53	386,23	385,85
Horní mez :	391,49	393,66	393,50	394,39	390,98	388,68	388,39	389,09	387,81	387,59
Smír. odchylka :	22,65	22,41	20,67	24,61	16,35	20,01	18,05	15,55	15,72	19,07
Šikmost	4,76	4,73	4,55	4,96	4,04	4,47	4,25	3,94	3,96	4,37
Odchylka od 0 :	0,702	0,272	0,365	0,303	-0,125	0,199	0,242	0,619	0,402	0,004
Špiěatost :	Významná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Významná	Nevýznamná	Nevýznamná
Odchylka od 3 :	3,36	2,57	2,92	3,30	2,65	2,92	2,84	3,98	2,96	2,26
Polosuma	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná
Modus :	395	394	395	396	392	389	388	392	388	387
	389	391	391	392	391	387	387	387	385	388
t-test										
Testovaná hodnota :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rozdíl :	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný
Vypoětený :	820,55	829,67	863,60	793,06	964,92	867,00	912,25	984,74	976,23	885,51
Teoretický :	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984
Pravděpodobnost :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Konfidenění interval levý:	389,76	391,93	391,85	392,59	389,51	387,05	386,84	387,66	386,36	385,99
Konfidenění interval pravý:	391,34	393,51	393,35	394,23	390,85	388,53	388,26	388,96	387,68	387,45
Test normality :										
Název sloupce :	L-kz11	L-kz12	L-kz13	L-kz14	L-kz15	L-kz16	L-kz17	L-kz18	L-kz19	L-kz20
Průmír :	390,55	392,72	392,6	393,41	390,18	387,79	387,55	388,31	387,02	386,72
Rozptyl :	22,65	22,41	20,67	24,61	16,35	20,01	18,05	15,55	15,72	19,07
Šikmost	0,702	0,272	0,365	0,303	-0,125	0,199	0,242	0,619	0,402	0,004
Špiěatost :	3,36	2,57	2,92	3,30	2,65	2,92	2,84	3,98	2,96	2,26
<b>Normalita :</b>	<b>Zamítnuta</b>	<b>Přijata</b>	<b>Přijata</b>	<b>Přijata</b>	<b>Přijata</b>	<b>Přijata</b>	<b>Přijata</b>	<b>Přijata</b>	<b>Přijata</b>	<b>Přijata</b>
Vypoětený :	6,495	1,580	2,561	1,896	0,403	0,921	1,298	5,525	2,976	0,035
Teoretický :	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99
Pravděpodobnost :	0,039	0,454	0,278	0,388	0,817	0,631	0,523	0,063	0,226	0,983

Klasické parametry :										
Název sloupce :	R-kz1	R-kz2	R-kz3	R-kz4	R-kz5	R-kz6	R-kz7	R-kz8	R-kz9	R-kz10
Průměr :	383	387	384	388	388	386	383	386	387	387
Spodní mez :	382,64	385,96	383,25	386,85	387,19	385,31	381,82	385,11	386,37	386,18
Horní mez :	384,30	387,98	384,81	388,59	389,23	387,03	383,40	386,83	387,75	388,36
Rozptyl :	17,46	25,67	15,48	19,17	26,29	18,79	15,88	18,60	12,22	30,20
Směr. odchylka :	4,18	5,07	3,93	4,38	5,13	4,33	3,98	4,31	3,50	5,50
Šikmost	0,617	0,216	0,153	0,460	0,238	0,272	0,224	0,427	0,067	0,224
Odchylka od 0 :	Významná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná
Špičatost :	2,86	2,73	2,71	2,88	2,64	2,99	2,73	3,02	2,43	2,90
Odchylka od 3 :	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná
Polosuma	385	387	385	390	389	387	384	387	388	390
Modus :	382	387	384	386	385	386	382	383	387	389
t-test										
Testovaná hodnota :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rozdíl :	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný
Vypočtený :	917,62	763,84	975,94	885,46	757,15	890,90	960,23	895,07	1107,31	704,72
Teoretický :	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984
Pravděpodobnost :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Konfidenční interval levý:	382,78	386,13	383,38	386,99	387,36	385,45	381,95	385,25	386,48	386,36
Konfidenční interval pravý:	384,16	387,81	384,68	388,45	389,06	386,89	383,27	386,69	387,64	388,18
Test normality :										
Název sloupce :	R-kz1	R-kz2	R-kz3	R-kz4	R-kz5	R-kz6	R-kz7	R-kz8	R-kz9	R-kz10
Průměr :	383,47	386,97	384,03	387,72	388,21	386,17	382,61	385,97	387,06	387,27
Rozptyl :	17,46	25,67	15,48	19,17	26,29	18,79	15,88	18,60	12,22	30,20
Šikmost	0,617	0,216	0,153	0,460	0,238	0,272	0,224	0,427	0,067	0,224
Špičatost :	2,86	2,73	2,71	2,88	2,64	2,99	2,73	3,02	2,43	2,90
Normalita :	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata
Vypočtený :	5,497	1,060	0,579	3,646	1,256	1,581	1,135	3,268	0,142	1,136
Teoretický :	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99
Pravděpodobnost :	0,064	0,588	0,749	0,162	0,534	0,454	0,567	0,195	0,931	0,567

Klasické parametry :										
Název sloupce :	R-kz11	R-kz12	R-kz13	R-kz14	R-kz15	R-kz16	R-kz17	R-kz18	R-kz19	R-kz20
Průměr :	389	391	396	392	394	390	389	388	387	390
Spodní mez :	388,41	389,87	394,69	391,40	393,50	389,09	387,83	386,93	386,46	389,37
Horní mez :	390,15	391,69	396,63	393,34	395,34	390,89	389,47	388,73	388,28	391,05
Rozptyl :	19,05	20,90	23,94	23,71	21,66	20,54	16,92	20,57	21,16	17,95
Směr. odchylka :	4,36	4,57	4,89	4,87	4,65	4,53	4,11	4,54	4,60	4,24
Šikmost	0,349	0,493	0,331	0,445	0,070	0,290	-0,007	0,199	0,401	0,194
Odchylka od 0 :	Nevýznamná	Významná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná
Špičatost :	3,05	3,83	2,87	2,85	2,43	3,27	2,69	2,62	2,67	2,54
Odchylka od 3 :	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná
Polosuma	391	392	399	394	396	391	388	389	390	390
Modus :	388	388	395	391	396	390	390	387	386	390
t-test										
Testovaná hodnota :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rozdíl :	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný	Významný
Vypočtený :	891,85	854,78	808,58	805,80	847,48	860,60	944,93	855,18	842,01	921,13
Teoretický :	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984	1,984
Pravděpodobnost :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Konfidenční interval levý:	388,56	390,02	394,85	391,56	393,65	389,24	387,97	387,08	386,61	389,51
Konfidenční interval pravý:	390,00	391,54	396,47	393,18	395,19	390,74	389,33	388,58	388,13	390,91
Test normality :										
Název sloupce :	R-kz11	R-kz12	R-kz13	R-kz14	R-kz15	R-kz16	R-kz17	R-kz18	R-kz19	R-kz20
Průměr :	389,28	390,78	395,66	392,37	394,42	389,99	388,65	387,83	387,37	390,21
Rozptyl :	19,05	20,90	23,94	23,71	21,66	20,54	16,92	20,57	21,16	17,95
Šikmost	0,349	0,493	0,331	0,445	0,070	0,290	-0,007	0,199	0,401	0,194
Špičatost :	3,05	3,83	2,87	2,85	2,43	3,27	2,69	2,62	2,67	2,54
Normalita :	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata
Vypočtený :	2,385	4,036	2,188	3,474	0,152	1,762	0,036	0,917	2,974	0,877
Teoretický :	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99
Pravděpodobnost :	0,303	0,133	0,335	0,176	0,927	0,414	0,982	0,632	0,226	0,645